

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRESSA MORAES DUTRA

DIRETRIZES DE MELHORAMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE ARAUCARIA, BRASIL, COM BASE NO
ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE STUTTGART, ALEMANHA.

CURITIBA

2018

ANDRESSA MORAES DUTRA

DIRETRIZES DE MELHORAMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE ARAUCARIA, BRASIL, COM BASE NO
ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE STUTTGART ALEMANHA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial, pelo Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná em parceria com o SENAI-PR e a *Universität Stuttgart*.

Orientadores: Dr. Uwe Menzel e Dra. Karen. Juliana do Amaral

CURITIBA

2018

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

D978d

Dutra, Andressa Moraes

Diretrizes de melhoramento da gestão de resíduos sólidos domiciliares do município de Araucária, Brasil, com base no estudo de caso da cidade de Stuttgart, Alemanha [recurso eletrônico] / Andressa Moraes Dutra. – Curitiba, 2018.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial, 2018.

Orientador: Uwe Ber Menzel – Coorientador: Karen Juliana do Amaral - Coorientador

1. Resíduos sólidos. 2. Eliminação de resíduos. 3. Resíduos orgânicos. 4. Gestão integrada de resíduos sólidos. I. Universidade Federal do Paraná. II. Menzel, Uwe Ber. III. Amaral, Karen Juliana do. IV. Título.

CDD: 628.44

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEIO AMBIENTE
URBANO E INDUSTRIAL - 40001016057P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ANDRESSA MORAES DUTRA** intitulada: **DIRETRIZES DE MELHORAMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA, BRASIL, COM BASE NO ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE STUTTGART, ALEMANHA.**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVADA no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 20 de Dezembro de 2018.

UWE BERND MENZEL

Presidente da Banca Examinadora

TAMARA SIMONE VAN KAICK

Avaliador Externo (UTFPR)

KAREN JULIANA DO AMARAL

Coorientador - Avaliador Interno

MARGARETE CASAGRANDE LASS ERBE

Avaliador Interno (UFPR)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades e pessoas que ele coloca em minha vida.

Agradeço à minha mãe Inara, meu pai Elvio, minha irmã Ana e meu marido Luis, por me darem força e apoio para realizar meus sonhos. Só Deus sabe o quanto foi difícil ficar longe de vocês.

Agradeço ao Mestrado em Meio Urbano e Industrial, UFPR, Senai e Stuttgart pelos conteúdos, pelos professores, pelos eventos e pela possibilidade estudar em dois países.

Agradeço o apoio do Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD) que financiou meus oito meses de estudos na Alemanha.

Agradeço ao Prof. Dr. Jörg Metzger, Prof. Dr. Klaus Fischer, ao Prof. Dr. Uwe Menzel e principalmente a Prof^a Dr^a Daniela Neuffer pela acolhida na Universidade de Stuttgart.

Agradeço imensamente a Prof^a Dr^a Karen J. do Amaral pelas correções, pelas opiniões, pela paciência e pela seriedade.

Agradeço aos amigos de diversas nacionalidades que tive a oportunidade de conhecer e conviver: Lady Ayumi, Carlos, Naty, Deniel, Sohini, Maria, Daniel, Nicolai e a querida chinesinha Tingni.

Aos meus colegas e amigos do Brasil: Rejane, Jaqueline, Adrielly, Ana, Débora, Elis, Patrícia e ao Nicolás pelo apoio nessa caminhada do mestrado.

RESUMO

Cada país efetua a gestão dos resíduos sólidos de acordo com suas dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais. O Brasil e a Alemanha apresentam realidades contrastantes na legislação, geração, separação e destinação dos resíduos sólidos domiciliares. A Alemanha possui regras rígidas em relação a resíduos sólidos e é considerada modelo europeu em tecnologia, eficiência de tratamento e reciclagem. Neste sentido, o presente estudo busca definir propostas de melhoramento da gestão de resíduos sólidos domiciliares do município de Araucária, Brasil, com base no estudo de caso da cidade de Stuttgart, Alemanha. Para tanto a dissertação utiliza uma análise comparativa, a nível federal e a nível municipal, das principais etapas de gerenciamento dos resíduos sólidos. Os resultados foram obtidos por meio da análise dos dados institucionais e visitas técnicas nos órgãos de gestão pública, assim como em instalações de reciclagem, compostagem, aterro e incineração. A discussão reflete sobre as diferenças existentes entre o gerenciamento de resíduos nas duas cidades e aponta sugestões de melhoramento para a cidade brasileira, como por exemplo, a necessidade de revisão de leis municipais, fomento à compostagem, inserção de dados sobre a gestão dos resíduos no site institucional, criação de plataforma online de doação de produtos e criação de Comissão Técnica Municipal de Resíduos Sólidos.

Palavras-chave: gestão municipal. gerenciamento de resíduos. comparação de gestão.

ABSTRACT

Each country conducts business management with its policies, economy, environment, culture and social. Brazil and Germany present contrasting realities in the legislation, generation, separation and disposal of solid household waste. Germany has strict rules on solid waste and European technology in technology, treatment efficiency and recycling. That said, the main objective of this study was to choose a case study from a home in the city of Araucária, Brazil, based on the case study of the city of Stuttgart, Germany. To discuss the use of a comparative analysis, a federal level and a municipal level, the main steps of solid waste management. The results were obtained through the analysis of institutional data and visits to the administrative authorities, as well as in recycling, composting, landfill and incineration facilities. The discussion reflects on the differences between the risk management in the two cities and suggestions for improvement for the Brazilian city, such as the revision of municipal laws, the promotion of composting, the insertion of data on waste management site institutional, creation of an online platform for donation of products and creation of Municipal Technical Commission of Solid Waste.

Keywords: municipal management. waste management. management comparison.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	26
FIGURA 2 –	LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE ARAUCÁRIA NO BRASIL.....	70
FIGURA 3 –	LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE STUTTGART NA ALEMANHA	71
FIGURA 4 –	ORGANIZAÇÃO INTERNA DA SMMA	73
FIGURA 5 –	ORGANIZAÇÃO INTERNA DA AWS.....	75
FIGURA 6 –	LAYOUT DA PLATAFORMA VERSCHENKMARKT STUTTGART.....	77
FIGURA 7 –	RECIPIENTES DE ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS	83
FIGURA 8 –	LIXEIRAS DE ARMAZENAMENTO NA CIDADE DE STUTTGART.....	85
FIGURA 9 –	LIXEIRAS COM SACO AMARELO PARA ARMAZENAMENTO DE EMBALAGENS.....	85
FIGURA 10 –	CONTEINERS PARA RESÍDUOS DE VIDRO NA CIDADE DE STUTTGART.....	86
FIGURA 11 –	POSTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA EM ARAUCÁRIA.....	87
FIGURA 12 –	INTERIOR DO VEÍCULO DE COLETA DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM STUTTGART.....	87
FIGURA 13 –	DIVISÃO DE ARAUCÁRIA PARA A COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	89
FIGURA 14 –	SETORIZAÇÃO DE COLETA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS....	90
FIGURA 15 –	SETORIZAÇÃO DA COLETA URBANA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS.....	92
FIGURA 16 –	VEÍCULO DE RECOLHA DE RESÍDUOS REUTILIZÁVEIS EM STUTTGART.....	94
FIGURA 17 –	CENTRO DE PROCESSAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM ARAUCÁRIA.....	95

FIGURA 18 –	ESTEIRA DE MATERIAIS RECICLAVEIS EM ARAUCÁRIA	96
FIGURA 19 –	BAIAS DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS EM ARAUCÁRIA.....	97
FIGURA 20 –	DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE RECICLAGEM EM STUTT GART	100
FIGURA 21 –	ESTEIRA DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS EM STUTT GART.....	100
FIGURA 22 –	RESÍDUOS PLASTICOS RECICLADOS EM STUTT GART	101
FIGURA 23 –	RESÍDUOS DE PAPEL RECICLADOS EM STUTT GART	101
FIGURA 24 –	EQUIPAMENTOS ELETRICOS ESTOCADOS.....	102
FIGURA 25 –	DETALHAMENTO DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO PARA COMPOSTAGEM	108
FIGURA 26 –	ALIMENTAÇÃO DO BUNKER DE RESÍDUOS.....	109
FIGURA 27 –	BUNKER DE RESÍDUOS	110
FIGURA 28 –	CHAMINÉS DE LANÇAMENTOS ATMOSFÉRICOS	111
FIGURA 29 –	MATERIAL NA SAÍDA DO INCINERADOR.....	112

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE ACORDO COM O LOCAL DE ORIGEM	24
QUADRO 2 – MODALIDADES DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	30
QUADRO 3 – LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL	47
QUADRO 4 – LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ALEMANHA	49
QUADRO 5 – VISITAS TÉCNICAS EM ARAUCARIA	54
QUADRO 6 – VISITA TÉCNICAS EM STUTTGART	55
QUADRO 7 – COMPARATIVO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL E DA ALEMANHA	63
QUADRO 8 – COMPARAÇÃO CLIMÁTICA E GEOGRÁFICA DO BRASIL E DA ALEMANHA	65
QUADRO 9 – COMPARAÇÃO DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL E DA ALEMANHA	68
QUADRO 10 – TIPOS DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS E ACONDICIONAMENTO POR PADRÃO DE COR DE LIXEIRA	84
QUADRO 11 – FREQUENCIA DE COLETA NA ÁREA URBANA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM ARAUCÁRIA.....	91
QUADRO 12 – FREQUENCIA DE COLETA NA ÁREA URBANA DE RESÍDUOS RECICLAVEIS EM ARAUCÁRIA.....	92
QUADRO 13 – DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DOMICILIARES EM STUTTGART	104
QUADRO 14 – COMPARAÇÃO DA COLETA DE RESÍDUOS	115

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	PROGRESSÃO DEMOGRÁFICA DE ARAUCÁRIA	70
TABELA 2 –	FREQUENCIA DE COLETA E TAXA ANUAL PAGA PELO SERVIÇO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	93
TABELA 3 –	RESÍDUOS COMERCIALIZADOS PELA CTPMR EM QUINZE DIAS	98

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS NO TOTAL DE RSU COLETADO NO BRASIL (2013).....	60
GRÁFICO 2 – PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS RECICLÁVEIS COLETADOS NO BRASIL (2016).....	61
GRÁFICO 3 – PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS NO TOTAL DE RSU COLETADO NA ALEMANHA (2015)	62
GRÁFICO 4 – DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL	67
GRÁFICO 5 – DESTINAÇÃO DR RESÍDUOS SÓLIDOS NA ALEMANHA.....	68
GRÁFICO 6 – COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS E ORGÂNICOS EM STUTTGART (2014)	88
GRÁFICO 7 – DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DOMESTICOS EM STUTTGART (2014)	104
GRÁFICO 8 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS DESTINADOS PARA A CGR – IGUAÇU EM TONELADAS	107

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	–	Associação Brasileira das Normas Técnicas
ABRELPE	–	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
APA	–	Área de Proteção Ambiental
Art.	–	Artigo
AWS	–	<i>Abfallwirtschaft Stuttgart</i>
ABLP	–	Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública
CEPEA	–	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CEMPRE	–	Compromisso Empresarial para Reciclagem
COMDEMA	–	Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente
CONAMA	–	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONRESOL	–	Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos
COPEL	–	Companhia Paranaense de Energia
COT	–	Carbono Orgânico Total
CPTMR	–	Centro de Processamento e Transferência de Materiais Recicláveis
CGR	–	Centro de Gerenciamento de Resíduos
DCA	–	Departamento de Controle Ambiental
DEA	–	Departamento de Educação Ambiental
DSD	–	<i>Duales System Deutschland</i>
DIA	–	Departamento de Infraestrutura Urbana
DLP	–	Departamento de Limpeza Pública
EAR	–	<i>Elektro Altgeräte Register</i>
EnBW	–	<i>Energie Baden-Württemberg</i>
EA	–	Educação Ambiental

ENBW	–	<i>Energie Baden-Württemberg AG</i>
EUR	–	<i>Euro</i>
FEAM	–	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FUNASA	–	Fundação Nacional de Saúde
IAP	–	Instituto Ambiental do Paraná
IBAM	–	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	–	Imposto sobre Circulação de Mercadorias
IDH	–	Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA	–	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	–	Instituto de Pesquisa Tecnológica
ISWA	–	<i>Institut für Siedlungswasserbau Wassergüte und Abfallwirtschaft</i>
MAUI	–	Programa de Mestrado Profissional de Meio Ambiente Urbano e Industrial
MW	–	<i>Megawatts</i>
MMA	–	Ministério do Meio Ambiente
NAF	–	Núcleo Administrativo e Financeiro
NBR	–	Norma Técnica Brasileira
ONU	–	Organização das Nações Unidas
PDF	–	<i>Portable Document Format</i>
PEAD	–	Polietileno de Alta Densidade
PE	–	Polietileno
PET	–	Polietileno Tereftalato
PETROBRAS	–	Petróleo Brasileiro S. A.
PEV	–	Posto de Entrega Voluntária
PIB	–	Produto Interno Bruto

PGIRS	–	Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
PNRS	–	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PR	–	Paraná
PP	–	Polipropileno
PS	–	Poliestireno
PUC	–	Pontifícia Universidade Católica
RSU	–	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	–	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SIPAR	–	Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos
SMMA	–	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SNVS	–	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	–	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
URSS	–	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
UE	–	União Europeia
USP	–	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	18
1.2 Objetivos Específicos	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	19
2.1.1 História dos resíduos no mundo	19
2.1.2 Conceito	22
2.1.3 Classificação dos resíduos	23
2.2 ASPECTOS GERAIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	27
2.2.1 Separação, coleta e transporte	28
2.2.2 Destinação de resíduos	32
2.2.2.1 Reutilização e reciclagem	33
2.2.2.2 Disposição indiscriminada e aterro	36
2.2.2.3 Compostagem	38
2.2.2.4 Incineração	39
2.3 ESTUDOS CONTEMPORÂNEOS SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	41
2.4 LEGISLAÇÕES REFERENTES A RESÍDUOS SÓLIDOS	45
2.4.1 Panorama da formação e estruturação da legislação brasileira	45
2.4.2 A legislação utilizada no brasil referente a resíduos sólidos	47
2.4.3 Panorama da formação e estruturação da legislação alemã	48
2.4.4 Legislação utilizada na Alemanha referente aos resíduos sólidos	49
3. MATERIAIS E MÉTODOS	52
3.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	52
3.2 DEFINIÇÃO DO TIPO DE RESÍDUO A SER ESTUDADO	52
3.3 OBTENÇÃO DE DADOS	53
3.4 VISITAS TÉCNICAS	54
3.5 ANÁLISES COMPARATIVAS	55
3.6 DA ELABORAÇÃO DO DOCUMENTO PROPOSITIVO	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 COMPARAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL E DA ALEMANHA	57

4.1.1 Legislação	57
4.1.2 Geração dos resíduos sólidos	59
4.1.3 Destinação dos resíduos sólidos	66
4.2 COMPARAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS MUNICIPAIS DE ARAUCÁRIA E STUTTGART	69
4.2.1 Caracterização dos municípios	69
4.2.2 Órgãos gestores dos resíduos sólidos	72
4.2.3 Legislações e normativas municipais	78
4.2.4 Separação e acondicionamento	81
4.2.5 Coleta e transporte	89
4.2.6 Valorização por reciclagem	95
4.2.7 Destinação e disposição final	103
4.2.7.1 Aterro sanitário	105
4.2.7.2 Tratamento biológico	107
4.2.7.3 Recuperação térmica e elétrica	109
4.3 PROPOSTAS DE MELHORAMENTO	112
4.3.1 Melhoramento da separação de resíduos	112
4.3.2 Incentivo á compostagem como destinação alternativa	113
4.3.3 Alimentação do site institucional com informações sobre a gestão dos resíduos sólidos	114
4.3.4 Criação de plataforma online de doação de produtos	114
4.3.5 Alteração da Lei Municipal 2159/2010	115
4.3.6 Criação de Comissão Técnica de Resíduos Sólidos	117
5. CONCLUSÕES	118
REFERÊNCIAS	120
APÊNDICE I	132
APÊNDICE II	133

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a industrialização, aliados aos hábitos de consumo, culminaram por um aumento na geração de resíduos sólidos em todo o mundo. Essa excessiva produção de resíduos, pela sua quantidade e qualidade, transformou-se em um dos maiores desafios na busca da sustentabilidade ambiental.

Conforme os estudos de Silva, Pelá e Barretos (2013), Araújo e Pimentel (2015) e Silva e Liporone (2011) diversos centros populacionais brasileiros ainda descartam os resíduos sólidos sem qualquer regulamentação, causando a contaminação do meio ambiente e proporcionando prejuízos à saúde humana.

A alteração das características físico-químicas do solo e dos recursos hídricos por substâncias advindas da decomposição dos resíduos denota umas das principais externalidades da deposição indiscriminada. Dos potenciais poluidores destaca-se o chorume, líquido formado a partir da decomposição da matéria orgânica, composto por elevada carga orgânica e elementos inorgânicos. Ao ser gerado, o chorume infiltra no solo e atinge os recursos hídricos tornando o ambiente propício ao desenvolvimento de transmissores de doenças e prejudicial aos ecossistemas (LANZA, 2009).

Além dos prejuízos aos recursos naturais, a falta de gestão dos resíduos sólidos causa perda dos valores estéticos do ambiente e perdas econômicas. Essa percepção culminou para a busca de soluções e alternativas para a destinação dos resíduos de forma sustentável.

No Brasil, a disposição dos resíduos sólidos se apresenta em cada município de forma diversa. As cidades com maiores concentrações populacionais, principalmente as localizadas nas regiões sul e sudeste, possuem um sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos mais compatível com o que solicita a legislação brasileira. Entretanto centenas de cidades ainda adotam os lixões a céu aberto como solução para os seus resíduos (ABLP, 2014).

Tradicionalmente são utilizados 3 tipos de destinações finais no Brasil: lixões a céu aberto, aterros controlados e aterros sanitários (ABRELPE, 2015). Diversas cidades possuem estações de compostagem e associações de reciclagem, geralmente com separação manual de resíduos. Outros tipos de tratamentos tais como a incineração, autoclavagem e micro-ondas são destinados em sua maioria para resíduos de serviços de saúde e aeroportos.

A cidade de Araucária, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, na região sul do Brasil, se comparada às demais cidades paranaenses, pode ser considerada como umas das melhores gestoras de seus resíduos sólidos. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente possui um departamento exclusivo para questões de limpeza pública, tendo sob sua responsabilidade: a coleta separada de resíduos orgânicos e recicláveis, coleta especial de resíduos de saúde e carcaças de animais; a separação dos resíduos recicláveis para comercialização; a destinação final aos resíduos coletados; e, a fiscalização dos serviços realizados. Entretanto, ainda assim diversas são as dificuldades encontradas para que haja uma gestão eficiente dos resíduos sólidos domiciliares gerados.

Em diversas cidades, principalmente europeias, é possível transformar o resíduo em lucro. A Alemanha possui regras bastante rígidas em relação a resíduos sólidos e é considerada modelo em tecnologia, eficiência de tratamento e reciclagem. As principais destinações finais são a reciclagem, a incineração e a compostagem (KOZMIENSKY, 2012).

A cidade de Stuttgart, localizada no estado de Baden-Württemberg, região sul da Alemanha, trabalha com campanhas de redução na geração de resíduo e uso de tecnologias eficientes. Nas cidades alemãs, os mercados trabalham em conjunto, agregando valor aos resíduos que podem ser destinados à reciclagem, devolvendo ao consumidor o valor embutido no produto. A fração do resíduo seco que não é reciclável é encaminhado para uma usina de incineração e produção de energia, contribuindo para o aquecimento de casas e prédios públicos e comerciais.

Enquanto o Brasil objetiva a substituição dos lixões por aterros sanitários, a Alemanha adota tecnologias de valorização dos resíduos e recuperação energética. Deste modo, o estudo da gestão dos resíduos sólidos da Alemanha pode servir como exemplo para melhorar as cidades brasileiras, em especial a cidade de Araucária.

Considerando o acima disposto, a presente dissertação discorrerá sobre a gestão dos resíduos sólidos domésticos no Brasil e na Alemanha, utilizando como base para as análises comparativas as cidades de Araucária e Stuttgart. Por fim, serão apresentadas diretrizes para que a Prefeitura Municipal de Araucária possa realizar o melhoramento de suas políticas públicas e processos de gestão de resíduos.

1.1 OBJETIVO GERAL

O Objetivo do presente estudo é definir propostas de melhoramento da gestão de resíduos sólidos domiciliares do município de Araucária, Brasil, com base no estudo de caso da cidade de Stuttgart, Alemanha.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Comparar as legislações que norteiam o gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil e na Alemanha.
- b) Realizar uma análise comparativa da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares de Araucária, Brasil e Stuttgart, Alemanha.
- c) Elaborar documento propositivo para o aperfeiçoamento da política de gestão dos resíduos sólidos domiciliares a ser entregue à Câmara de Vereadores e à Prefeitura Municipal de Araucária.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

2.1.1 História dos resíduos no mundo

Na Idade Média, a maioria dos resíduos resultantes da atividade do homem estava diretamente relacionada aos resíduos produzidos pelo seu corpo - fezes, urina, secreções em geral e o próprio corpo humano em decomposição. Também havia os restos provenientes da alimentação: carcaças de animais, cascas de frutas e hortaliças (VELLOSO, 2004).

Até o início do século XX, o resíduo humano era biodegradável e reciclável, ou seja, largamente reaproveitado pelas pessoas, e os restos de alimentos eram utilizados como comida para os animais, as madeiras que sobravam de uma construção eram convertidas em lenha para o aquecimento das casas e as colchas de retalho eram feitas das sobras de tecidos de confecção artesanal (ADAS, 2002).

Para Martindale (1984) as primeiras cidades surgiram há aproximadamente 5.500 anos, nos vales dos rios das antigas civilizações: Nilo no Egito, Tigre-Eufrates na Mesopotâmia, Ganges no norte da Índia e Huang Ho na China.

Após o surgimento das cidades os resíduos, que antes eram dispostos de forma espalhada no espaço territorial, passaram a se acumular em torno dos centros urbanos. Segundo Tchobanoglous, Theisen e Vigil (1993) o aumento da concentração populacional, o hábito de lançar os resíduos nas ruas e a ausência de um gerenciamento adequada desses materiais, conduziram para o desenvolvimento de uma série de doenças na Europa Ocidental relacionadas com a falta de saneamento básico e ambiental.

O surto da Peste Negra no século XIV foi um dos piores desastres já registrados pelo homem. Conforme Velloso (2004) as “pestes” causavam terror e eram interpretadas como provenientes de “castigo divino” e “destino”, fugindo assim ao domínio do homem.

Ao final de poucos anos, metade da população da Europa foi dizimada pela peste disseminada pela pulga dos ratos que se proliferavam nos aglomerados populacionais, devido aos hábitos dos moradores de jogarem o resíduo de forma indiscriminada pelas ruas das cidades aliado ao aumento de temperatura que

ocorreu na época. A peste contaminou populações inteiras, chegando a causar 43 milhões de mortes (TCHOBANOGLIOUS, THEISEN, VIGIL, 1993; SANTOS, 2009).

A relação do saneamento básico com o desenvolvimento de doenças levou os gestores urbanos a tomarem precauções referentes aos resíduos sólidos urbanos. Com o emprego de carroças, instalou-se em Praga, no ano de 1340, um serviço regular de coleta de resíduos e limpeza de vias públicas sob a responsabilidade de particulares (EIGENHEER, 2009).

No ano de 1354 a capital da Inglaterra exigiu que o resíduo fosse retirado das residências uma vez por semana e a partir de 1414 foi instituído pelas autoridades um serviço de fiscalização para constatar situações de descumprimento com relação aos depósitos de resíduos inapropriados (CUNHA, 2000). Em torno de 1666 sorteavam-se entre os cidadãos londrinos aqueles que, mediante juramento, responsabilizavam-se pela conservação de áreas da cidade, quem possuía essa função era comumente conhecido como “*scavengers*” (EIGENHEER, 2009).

A cidade de Paris, capital francesa, estabeleceu entre os anos 1506 e 1508 campanhas de limpeza pública financiadas a partir da cobrança de impostos instituídos especificamente para suportar os encargos dessa atividade (CUNHA, 2000).

A utilização de vasilhames especiais para a coleta de resíduos é relatada pela primeira vez em Lubeck, na Alemanha, no início do século XIV (EIGENHEER, 2009). Segundo Hösel (1990) em 1624, em Berlim, passou-se a empregar prostitutas para a limpeza das ruas com o argumento de que “usavam mais as ruas do que os outros cidadãos”.

Em função das pestes que também assolavam o Brasil em 1624 foi determinada a limpeza das valas onde eram lançados os resíduos sólidos, e no ano de 1727, a cada seis meses, os moradores eram convocados para o trabalho comunitário de manter as ruas limpas, sob pena privativa de liberdade (REZENDE; HELLER, 2008). Em 1732 surgiram os primeiros serviços de limpeza urbana, terceirizados, que compreendiam a coleta dos dejetos sanitários e dos resíduos sólidos, e limpeza dos logradouros (AIZEN; PECHMAN, 1985). Apenas com a chegada da corte portuguesa em 1808, foram criadas as primeiras políticas sanitárias com a criação do cargo de Diretor-Geral da Saúde Pública (REZENDE; HELLER, 2008).

Com a Revolução Industrial e o êxodo rural a urbanização se intensificou trazendo uma mudança demográfica nos países ocidentais que impactou diretamente nas condições sanitárias das cidades (SANTOS, 2009). Com o crescimento das cidades e a geração de resíduos pelos processos industriais foi necessária a adoção de melhores técnicas de limpeza pública que suprisse a quantidade de resíduo gerado. Surgiram então, procedimentos e tecnologias voltadas à coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos, tais como os aterros sanitários, usinas de incineração, plantas de compostagem, entre outros.

Com o advento da revolução industrial, inverteu-se a situação, e as cidades passaram a aglomerar mais pessoas, consumindo e gerando mais resíduo, inclusive materiais inorgânicos que levavam tempo para serem degradados (GARCIA et al., 2015). O crescimento das áreas urbanas sem o planejamento adequado, resultou em grandes áreas de desmatamento assim como a poluição de córregos e rios, causando doenças relacionadas com a poluição hídrica, o empobrecimento dos solos, a destruição da fauna e da flora.

Dados de um estudo do Banco Mundial, denominado “Indicadores do Desenvolvimento Mundial” (WORLD BANK, 2010), revelam que a população mundial se duplicou em apenas 44 anos, passando de 3,324 bilhões de habitantes em 1965, para mais de 6,750 bilhões de habitantes em 2009.

Esse aumento da população aliado ao aumento exagerado de resíduo levou as nações a se preocuparem com o esgotamento dos recursos naturais e em 1972 ocorreu a Primeira Conferência sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (Suécia), seguida pela Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental no ano de 1977 em Tbilisi, Geórgia (URSS), a qual contou com a adesão de 150 países preocupados com a Educação Ambiental e os novos rumos que deveriam ser tomados para preservar o meio ambiente e os recursos naturais.

A partir desse movimento os países começaram a investir em educação ambiental, criando projetos e leis ambientais que visavam preservar a natureza e o meio ambiente. No Brasil, discutiram-se os problemas na Conferência Rio/92 e a elaboração da Agenda 21, esses documentos trouxeram um alerta para governos e sociedade civil para os problemas ambientais causados pelas ações humanas. Foi abordado sobre a necessidade de cuidar do Planeta e de reunir esforços para reverter o quadro de degradação dos recursos naturais.

Das preocupações levadas a esses encontros e debates, os resíduos sólidos urbanos (RSU) destacaram-se por causa da quantidade produzida e do seu manejo e destinação inadequada em diversas cidades brasileiras.

2.1.2 Conceito

Nos primórdios da evolução humana, os resíduos eram basicamente compostos por restos de alimentos, pedaços de vegetais, resíduos produzidos pelo corpo e cinzas. Acredita-se, portanto, que apesar de a palavra ser utilizada comumente para descrever todos os tipos de restos, a origem da palavra “lixo” seja proveniente da influência do Latim “lix”, que significa cinzas ou lixívia (LIMA, 2014).

Atualmente no Brasil, dependendo da cultura e do conhecimento da população, são utilizadas diversas palavras para se referir ao “lixo”, tais como o termo técnico “resíduo”, a expressão “rejeitos” e “escória”.

Calderoni (2003) define “lixo” como aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, e se joga fora; entulho; o que não presta; sujeidade, sujeira, imundície; coisas inúteis, velhas e sem valor que resultam de atividades domésticas, industriais e comerciais. Ou seja, com base na descrição dada por esse autor o “lixo” se resume em algo que é inservível, sem utilidade e sem valor.

Milaré (2009) apresenta uma definição mais técnica e abrangente de resíduos, incluindo a visão ambiental no conceito:

Etimologicamente, resíduos referem-se a tudo aquilo que se resta, que remanesce. Numa abordagem ambiental, os resíduos constituem o remanescente das atividades humanas – domésticas, industriais, agrícolas, etc. - e que de uma maneira ou outra, são lançados no solo, nos rios ou na atmosfera. Entre eles encontram-se os efluentes (líquidos), as emissões (gases e material particulado) e os resíduos sólidos (entre os quais o lixo domiciliar) (MILARÉ, 2009, p. 134).

Várias definições adotam o conceito de resíduos apenas como “restos que devem ser descartados”, mas não citam o resíduo como um material que, caso destinado de forma adequada, pode ter uma nova utilidade.

A Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, entende no Art. 3º os resíduos como sendo qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer.

A subjetividade do conceito europeu, pela presença da “intenção” como elemento central é relatada por vários doutrinadores (SANTOS, 2009). Sadeller (1995) ressalta a discussão sobre a concepção subjetiva do ato de “desfazer-se”, associando uma conotação pejorativa de “abandonar”, e outra objetiva, mais neutra, que corresponderia à alteração do destino da coisa.

A partir da dúbia interpretação o Tribunal Europeu buscou-se a consolidação do entendimento de que mesmo os resíduos valorizavam que o detentor tem a intenção de valorizar e que têm um valor econômico positivo, estão sujeitos às regras do Direito do Resíduo (ARAGÃO, 2003).

No Brasil, a definição oficial de resíduos sólidos adotada está descrita na Norma Técnica Brasileira - NBR nº 10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e no Art. 3º da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS):

resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT,2004. p. 1).

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Ambas as definições tipificam os estados sólidos e semi-sólidos dos resíduos, citando as principais atividades geradoras e a necessidade de adoção de soluções técnicas de destinação.

2.1.3 Classificação dos resíduos

São diversas as formas de se classificar os resíduos sólidos urbanos. É possível separá-los de acordo com suas características físicas e químicas, com base na identificação do processo ou atividade que lhe deu origem, avaliando seu

potencial de contaminação e impacto ao meio ambiente, e também quanto a sua natureza, constituintes e características.

Com base nos estudos de Machado, Ferraz e Bizzo (2007) e Figueiredo (2007) a geração dos resíduos sólidos pode ser subdividida de acordo com o local de origem e a característica do rejeito, tal como descrito no QUADRO 1.

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE ACORDO COM O LOCAL DE ORIGEM

Classificação	Descrição
Resíduo doméstico	Originado do consumo das atividades residenciais, tais como restos alimentares, embalagens plásticas, papéis sanitários, metal e vidro;
Resíduo comercial	Originário das atividades realizadas em escritórios, hotéis, cinemas, teatros, mercados e lojas em geral, constituídos comumente por papéis, restos de alimentos e embalagens em geral;
Resíduo hospitalar	Originado em ambientes de serviço de saúde, por exemplo hospitais, farmácias, necrotérios, consultórios, laboratórios e também em alguns tipos de indústrias;
Resíduo de tratamento especial	Composto por resíduos de produção transiente, tais como carcaças de veículos, pilhas, baterias, lâmpadas e descargas clandestinas;
Resíduos urbanos	Gerados em áreas públicas (ruas, praças, praias, terrenos, entre outros);
Entulho	Resíduos gerados pela construção civil, compostos em sua maioria por uma mistura de materiais inertes, tais como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papel e solo;
Resíduos Industriais	Originados das atividades industriais, que têm composição e característica diversa, uma vez que dependem do produto manufaturado. Podem ser compostos por óleos, resíduos alcalinos e ácidos, aparas de papel, cinzas, madeiras, limalhas de ferro, entre outros;
Resíduos Agrícolas	Gerados a partir de atividades agropecuárias, tais como embalagens de agrotóxicos.

FONTE: Machado, Ferraz e Bizzo (2007) e Figueiredo (2007)

No Brasil a legislação adota como oficial os critérios de classificação dos resíduos sólidos descritos na NBR 10.004, do ano de 2004. Conforme essa normativa os resíduos sólidos podem ser separados em três classes distintas, de acordo com o risco à saúde pública e ao meio ambiente, sendo eles (ABNT, 2004):

- Classe I ou perigosos: são os resíduos que por possuírem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente se manuseados ou destinados de forma inadequada.
- Classe II A ou não perigosos e não inertes: são os resíduos que podem ter propriedades de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade que se manuseados ou destinados de forma inadequada podem apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Inclui-se nessa classificação os resíduos que não se enquadram na classificação de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe II B.
- Classe II B ou não perigosos e inertes: são os resíduos que, quando em contato dinâmico e estático com a água destilada ou deionizada, não tenham seus constituintes solubilizados de forma a comprometer a potabilidade da água.

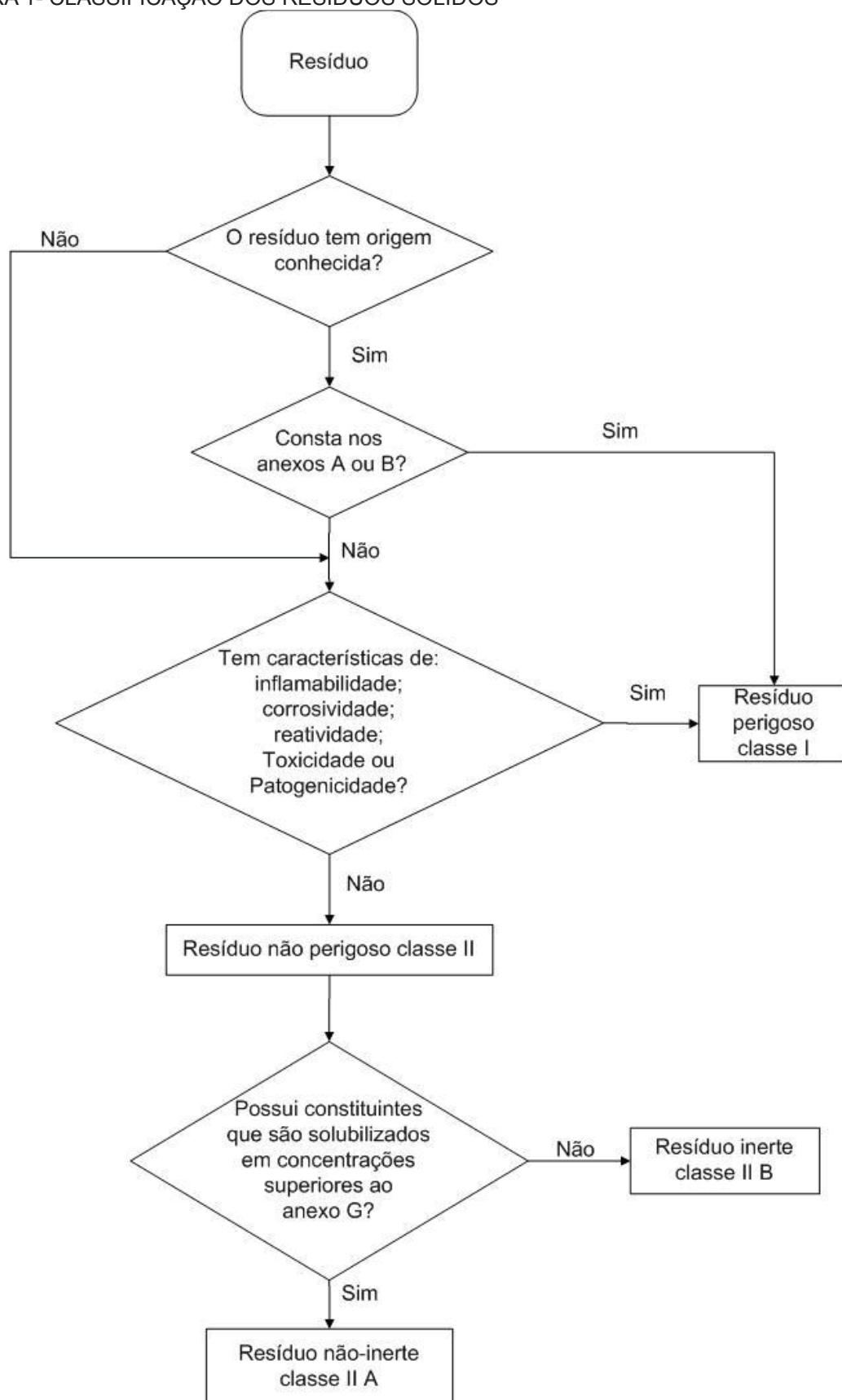
De forma geral, a classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características de inflamabilidade, corrosividade, patogenicidade, toxicidade e reatividade. Também se utiliza a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004).

Esta listagem encontra-se disponível nos anexos da NBR e codificam, com uma sequência de três dígitos, os resíduos perigosos de fonte específicas e não-específicas, e também os com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade.

A FIGURA 1, na próxima página, ilustra o fluxograma de classificação dos resíduos sólidos atualmente utilizada no Brasil e descrita da NBR 10004.

Conforme a NBR 10004 caso haja complexidade no estabelecimento do potencial de risco de um resíduo à saúde humana e ao meio ambiente, poderá ser exigida pelo Órgão de Controle Ambiental, a adoção de métodos analíticos internacionais.

FIGURA 1- CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS



FONTE: NBR 10.004 (p.06).

2.2 ASPECTOS GERAIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A maioria do sistema de gerenciamento de resíduos em todo o mundo objetiva o conceito de sustentabilidade definido em 1987 pelo *Brundtland Report* como “um desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (BRANDÃO; AZEVEDO, 2012).

No Art. 3º da Lei Federal Brasileira nº 12.305/2010, consta que o “gerenciamento de resíduos sólidos”, é:

um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Para este gerenciamento o poder público conta com o apoio da população na separação e acondicionamento seus resíduos, para que ao chegar ao destino final uma grande parte possa ser reutilizada, reciclada, comercializada.

A gestão integrada de resíduos sólidos é conceituada como sendo “um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010). Fazem parte das políticas integradas os agentes públicos e privados, empresas, indústrias, e outras entidades que encaram as questões ambientais como imprescindíveis para melhorar a qualidade de vida.

Na Europa, a Gestão de Resíduos é estabelecida pela Diretiva nº 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, como:

a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação após encerramento e as medidas tomadas na qualidade de comerciante ou corretor (UNIÃO EUROPÉIA, 2008)

Pode-se notar que ambas as descrições contidas na Lei alemã e brasileira citam como parte da gestão as etapas de coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos. Desta forma este capítulo abordará a importância de cada etapa do

gerenciamento dos resíduos sólidos domésticos, descrevendo as técnicas e metodologias adotadas em diferentes países.

2.2.1 Separação, coleta e transporte

Araújo (2008), em sua obra voltada para a análise das políticas públicas que envolvem o resíduo e a cidadania, responsabiliza o cidadão, em sua essência, pelo respeito e participação nas decisões de uma sociedade que objetivam a melhora da qualidade de vida. Neste sentido, a Educação Ambiental - EA deve ser fornecida a todos os cidadãos em seu processo educacional, não contendo apenas as decisões legais de um ente federativo, mas também os motivos e situações que levaram a definição de tais normas e leis.

RUSCHEINSKY (2002) associa a educação ambiental para a formação do cidadão, com o objetivo de conhecer-se a si mesmo com relação ao mundo, sendo que no seu entendimento:

A educação ambiental deve proporcionar ao homem a oportunidade de conhecer-se como cidadão; estimular, proporcionando ao outro, a mesma condição; reconhecer no mundo o mundo de todos; caracterizar o tempo e o espaço de todos como sendo os mesmos; admitir que as gerações futuras devam ter a qualidade de vida que merecem (RUSCHEINSKY, 2002, p. 82).

De forma mais específica, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), aborda no Art. 1º da Lei Federal nº 9.795 a Educação Ambiental como:

(...) um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência de seu meio ambiente e adquirem o conhecimento, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os tornam aptos a agir - individual e coletivamente a resolver os problemas ambientais. (BRASIL, 1999)

Fazem parte da Educação Ambiental, diversos assuntos correlacionados ao meio ambiente e o cotidiano do cidadão, dentre eles a separação e destinação dos resíduos sólidos. De forma geral, todas as atividades dos seres humanos são capazes de gerar resíduos sólidos, cita-se por exemplo a moradia familiar que a partir das atividades básicas dos habitantes tais como alimentação, vestimenta e uso de eletrodomésticos, culminam na formação de diversos tipos de resíduos.

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS estabelecida pela Lei nº 12.305/10, no Brasil a responsabilidade sobre a devolução

ou disponibilização adequada dos resíduos sólidos para coleta são de responsabilidade do gerador, podendo ser pessoa física ou jurídica. Assim sendo, o cidadão é o responsável de separar os resíduos antes da disposição para coleta.

Por possuírem características e composição distintas cada tipo de material possui uma destinação com procedimentos e tecnologias diferentes a fim de adotar um maior potencial de reciclagem, reutilização, produção energética, entre outras.

Ao ser descartado junto aos resíduos sólidos urbanos, o material reciclável perde qualidade, em função da contaminação oriunda de outros componentes, o que contribui para reduzir o seu potencial de recuperação (BRINGHENTI, 2004). Desse modo um resíduo puro, ou seja, sem contaminação pelos demais resíduos, possui maior valor no mercado.

A necessidade de separação dos resíduos pelos habitantes depende da estratégia do programa de coleta seletiva do município, deste modo, o acondicionamento dos materiais recicláveis poderá ser distinto para cada material ou poderá ser único para todos os resíduos gerados (BRINGHENTI, 2004).

Uma separação simples pode ser considerada como a distinção entre material úmido e material seco, onde o material úmido é composto em sua maioria de resíduos orgânicos e o material seco de embalagens, plásticos, papéis, entre outros. Essa forma de separação é suficiente quando existem apenas duas formas diferentes de destinação: o aterro sanitário e a reciclagem. Entretanto, essa forma de separação deixa dúvidas quanto à destinação dos rejeitos.

Uma separação mais eficiente conta com coletores específicos para resíduos orgânicos, rejeitos, plástico, papéis, vidro, metais, entre outros. Nessa separação cada material pode seguir um caminho exclusivo de tratamento, por exemplo, os papéis e vidros podem ser encaminhados diretamente à reciclagem, os plásticos para usina de extrusão, o orgânico para compostagem e o rejeito para incineração.

Após a separação realizada nos domicílios, inicia-se a segunda etapa do gerenciamento dos resíduos com a coleta dos materiais pelos órgãos públicos ou privados. Logarezzi (2004) define a coleta seletiva como ato de recolher os resíduos e encaminhar para a reciclagem ou reutilização, devendo para tanto, ser procedido um descarte seletivo.

A coleta seletiva de materiais recicláveis e a reciclagem promovem diversos benefícios para a sustentabilidade urbana e a saúde ambiental e humana. A adoção

dessa metodologia de separação contribui para a obtenção de uma melhor taxa de reaproveitamento e a redução da disposição de resíduo no solo (BESSEN, 2011)

Conforme Besen (2011) a coleta domiciliar é a primeira atividade do sistema de coleta seletiva, seguindo-se da triagem e beneficiamento dos materiais e a comercialização desses insumos para indústrias de reciclagem.

A coleta dos resíduos sólidos pode ser realizada por diversas formas, tais como os Postos de Entrega Voluntária (PEV), a coleta de resíduos por empresas porta-a-porta e por trabalhadores autônomos. O QUADRO 2 apresenta a definição, as vantagens e desvantagens de cada forma de coleta.

QUADRO 2 – MODALIDADES DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

(continua)

Modalidade	Informação	Descrição
Postos de Entrega Voluntária	Definição	O próprio gerador desloca-se até um local de entrega voluntária e deposita o material previamente triado, em recipientes para resíduos diferenciados por tipo de materiais.
	Vantagem	<p>Maior facilidade e menor custo de coleta para o gerenciador dos resíduos sólidos, por necessitar de menores investimentos de coleta e transporte.</p> <p>Possibilidade de otimização dos percursos e frequência, especialmente em bairros com a população esparsa.</p>
	Desvantagem	<p>Requer maior disponibilidade da população, que deverá se deslocar até um PEV para dispor seus resíduos.</p> <p>Exige manutenção e limpeza periódica, pelo grande acúmulo de resíduos em um mesmo local.</p> <p>Dificulta a identificação dos domicílios e estabelecimentos participantes e da adesão da comunidade ao programa.</p>
Porta a Porta	Definição	O material, previamente segregado ou não, é apresentado pelo gerador à coleta realizada por veículos específicos, na porta da residência do contribuinte ou do estabelecimento.
	Vantagem	<p>Mais cômodo ao cidadão por dispensar a necessidade de deslocamento até um posto de entrega voluntária.</p> <p>Permite mensurar a participação da população no programa pela facilidade de se identificar os domicílios e estabelecimentos participantes.</p> <p>Agiliza a descarga nas centrais de triagem</p>
	Desvantagem	<p>Necessita de uma maior infraestrutura de coleta, representada pelo aumento da frota de veículos e recursos humanos.</p> <p>Tende a apresentar custos mais altos de coleta e transporte comparado com outras modalidades de coleta.</p>

QUADRO 2 – MODALIDADES DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

continuação e conclusão

Trabalhadores Autônomos	Definição	Realizado por um grupo de trabalhadores autônomos, apoiados ou não por organizações de caráter social ou do poder público, recolhe o material disposto em vias públicas, utilizando-se normalmente de carrinhos de tração manual.
	Vantagem	<p>Geração de emprego e renda aos trabalhadores participantes.</p> <p>Reduz o custo de coleta, transporte, triagem e destinação final de resíduos para a administração municipal.</p> <p>Apresenta, em relação às demais modalidades, maior independência e menor vulnerabilidade às descontinuidades das administrações municipais.</p>
	Desvantagem	<p>Direcionado para materiais com maior valor de mercado.</p> <p>Apresenta elevado risco de acidentes, uma vez que os trabalhadores por muitas vezes atuam sem equipamentos de sinalização de trânsito e de proteção individual.</p> <p>Dificulta a mensuração da participação da população nos programas de separação e coleta.</p> <p>Facilita a exploração do trabalho infantil e a exploração de mão de obra, pois torna difícil a garantia de direito aos trabalhadores.</p> <p>Dificulta a fiscalização dos órgãos públicos quanto à correta coleta e destinação dos resíduos sólidos, tomando muitas vezes as residências dos coletores como locais insalubres de depósito irregular de resíduos.</p>

FONTE: Adaptado de GRIMBERG E BLAUTH (1998) e BRINGHENTI (2004).

Com base nos estudos de Bringhenti (2004) os Trabalhadores Autônomos podem ser subdivididos de acordo com sua forma de trabalho. Os Carrinheiros trabalham de forma isolada ou em pequenos grupos, geralmente, formados por membros da mesma família e vendem seus trabalhos a sucateiros. Muitas vezes, estes sucateiros fornecem o carrinho de tração em comodado ao trabalhador. Já as coletas realizadas por Organização de Trabalhadores Autônomos são um grupo de trabalhadores que se unem na formação de algum tipo de organização (associações ou cooperativas de trabalho).

A forma de separação e modalidade de coleta influencia na tomada de decisão do poder público na frequência de recolha, na escolha dos veículos e na logística do transporte dos resíduos até seus destinos finais.

Quando se trata de definir a frequência de recolha, deve-se ter em atenção que esta deve ser adequada à realidade local, ao clima, ao tipo de resíduos a recolher, a capacidade de armazenamento e tipologia dos contentores (MARTINS,

2015). Para Oliveira (2008) deve-se avaliar o tempo de armazenamento dos resíduos, levando-se em consideração os aspectos ambientais, sanitários e aos odores gerados. Outro fator a ser avaliado é a taxa de geração de resíduos, sendo que quanto maior a razão, maior é a necessidade do aumento dos dias de coleta.

Conforme Martins (2015) para a recolha dos contentores instalados na via pública, existem diversos tipos de viaturas com diferentes capacidades de carga (normalmente entre os 5 e os 30 m³).

Para a Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP (2015) as viaturas de coleta e transporte de resíduo domiciliar comumente utilizadas pelos gestores municipais são de dois tipos: veículos com compactadores traseiros ou laterais e veículos sem compactação, semelhantes a caminhão-baú. A escolha do caminhão com sistema de compactação possui a vantagem de coletar grandes volumes, possuir uma boa velocidade operacional, evitar derramamentos de resíduos, possuírem condições ergonômicas ideais para o serviço dos coletores e apresentar maior produtividade. As desvantagens são os preços elevados, os altos custos de manutenção, o fato de não trafegar em trechos de acesso complicado e a relação custo-benefício desfavorável em cidades de baixa densidade populacional.

Novas formas de transporte estão sendo instaladas em diversos países. De acordo com a revista Em Discussão (2014) na Suécia, em Estocolmo a coleta é feita pelo sistema Envac[®] que dispõem de lixeiras conectadas a uma rede de tubos que conduzem os resíduos a uma área de coleta. As lixeiras públicas são ligadas em tubos subterrâneos, quando ficam cheias os sensores são acionados e os tubos sugam o resíduo até as estações de seleção. Os coletores são separados por tipo de material, recicláveis e não recicláveis.

2.2.2 Destinação de resíduos

Diversos modos de destinação de resíduos sólidos podem ser utilizados durante o ciclo de vida de um produto. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a destinação final ambientalmente adequada inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa. Ao se referir às disposições finais ambientalmente adequadas a PNRS inclui a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais

específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A escolha da destinação de um resíduo depende de diversas variáveis, tais como, característica do resíduo gerado, fatores econômicos e condições ambientais. Deste modo, este subcapítulo apresenta as principais técnicas de tratamento e disposição final de resíduos, seus conceitos, metodologias, vantagens e desvantagens.

2.2.2.1 Reutilização e reciclagem

São diversas as matérias-primas retiradas da natureza para a transformação em produto. A título de exemplo, a bauxita que é um minério utilizado em grande escala na produção de alumínio, a areia na produção de vidro, celulose na produção de papéis e também o aço que é um composto de ferro e carbono. A maioria destes materiais industrializados ao retornarem a natureza após sua utilização levaria anos para se degradar, poluindo o meio ambiente. Todavia ao passarem por processos de reutilização e reciclagem esses produtos transformam-se em matéria prima novamente, evitando a extração do recurso.

Conforme apontado por Mano, Pacheco e Bonelli (2010), antes do descarte de um resíduo, é importante avaliar as possibilidades de redução, reutilização e reciclagem. Uma vez realizada as análises dessas possibilidades, o meio ambiente se beneficiará com essas ações, que agregado a outras, contribuem para a redução dos impactos ambientais, como a retirada de matéria-prima da natureza (NETO; CHAVES; VENDRAMETTO, 2010).

Para Mano, Pacheco e Bonelli (2010) reutilizar significa usar um produto de várias maneiras. Como exemplo pode-se citar as atividades realizadas em feira de trocas com o intuito de se aproveitar o máximo os bens de consumo, tais como roupas, discos, calçados e móveis, e também as práticas simples de reaproveitar embalagens para o acondicionamento de outros produtos e utilizar áreas em branco de papéis já impressos.

Na realidade, o principal objetivo da reutilização é o de minimizar o recurso aos materiais e à energia dispendida no seu processamento e reciclagem. Trata-se de uma abordagem para o problema que incita à utilização repetida de determinada

embalagem ou produto, sem que se evidencie uma diminuição das suas propriedades (SANTOS, 2009).

Além dos benefícios para o meio ambiente a reciclagem movimenta o mercado econômico, através de todo o processo, desde o início com a coleta por carrinheiros, porta a porta ou seletiva pública, nas cooperativas ou associações onde se fazem a separação e comercialização dos materiais, no processo de embalagem e transporte e, também, na venda para indústrias que reaproveitam esses materiais na fabricação de novos produtos utilizáveis.

A estratégia da reutilização também possui algumas limitações, pois muitas das aplicações de plásticos não são possíveis de reutilizar devido às impurezas introduzidas no seu uso inicial, como as embalagens usadas em alimentos, produtos farmacêuticos, ou como coberturas para agricultura e sacos plásticos (STEVENS, 2002).

A reciclagem, no entanto, é muito mais que o simples reaproveitamento; ela se constitui em uma técnica que racionaliza os recursos naturais desde a escolha da matéria-prima para um novo produto garantindo um futuro mais planejado do ponto de vista não apenas econômico ou social, mas também ambiental (DONATO; BARBOSA; BARBOSA, 2015).

A Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu define reciclagem como qualquer operação de valorização através da qual os materiais constituintes dos resíduos são novamente transformados em produtos, materiais ou substâncias para o seu fim original ou para outros fins. Inclui o reprocessamento de materiais orgânicos, mas não inclui a valorização energética nem o reprocessamento em materiais que devam ser utilizados como combustível ou em operações de enchimento.

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei Federal Brasileira nº 12.305/10 a reciclagem é um processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos.

Segundo Calderoni (2003), os ganhos proporcionados pela reciclagem do resíduo decorrem do fato de que é mais econômica a produção a partir da reciclagem do que a partir de matérias-primas virgens. Isso se dá porque a produção a partir da reciclagem utiliza menos energia, matéria-prima, recursos hídricos,

reduzindo os custos de controle ambiental e também os de disposição final de resíduos.

Podem passar por processos de reciclagem diferentes tipos de resíduos domésticos tais como o papel, o plástico, o vidro, o alumínio e outros metais. Cada material possui uma técnica e uma metodologia própria de reciclagem, através do qual o produto é reformulado.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO, 2017) o vidro é industrializado de matérias-primas minerais como, areia, barrilha, calcário e feldspato e pode ser reciclado diversas vezes. Ao agregar o caco na fusão, diminui-se a retirada de matéria-prima da natureza. O processo de reciclagem do vidro passa por etapas como, coleta, seleção, remoção de tampas e rótulos, triagem por tipos e cor, lavagem para remoção de resíduos, moagem do vidro, refundição e posteriormente a sua recolocação no mercado consumidor.

O alumínio é outro produto que pode ser reciclado e reutilizado inúmeras vezes. Este mercado promissor tem atingido níveis elevados de reaproveitamento de materiais, além de minimizar a retirada da bauxita, minério utilizado na produção primária, economiza energia e permitindo a geração de renda para as famílias. O fluxo da reciclagem do alumínio segue uma sequência que favorece a empregabilidade de pessoas, como a coleta e seleção, limpeza e prensagem, transporte, fundição, lingotamento, laminação e a produção de novos produtos, a partir daí sua utilização é definida pela indústria do envase e retorno ao consumo (DAL BÓ, SILVA E OLIVEIRA, 2009).

O papel é outro produto que pode ser reciclado e possui um mercado bastante atrativo. Entretanto devido a suas fibras o papel não tem a mesma vida útil do metal e do vidro. Conforme Lino (2011) o processo de fabricação de papel reciclado é relativamente simples. Os fardos de papel prensado são misturados a água a fim de formar uma pasta parecida com a celulose. Esta pasta passa por uma peneira para a retirada de impurezas tais como fitas adesivas, plásticos e arames. As tintas são retiradas com a adição de compostos químicos como, por exemplo, a soda cáustica. Em seguida, uma peneira mais fina retira a areia e a pasta passa por um processo de refino para abrir as fibras que formam a celulose, aumentando a ligação entre elas e conferindo ao produto final mais resistência.

2.2.2.2 Disposição indiscriminada e aterro

No Brasil, a etapa da destinação final das diferentes tipologias de resíduos compreende, dentre outras metodologias, a disposição dos resíduos no solo, em lixão, aterro controlado ou aterro sanitário (VIEIRA, 2006)

Para Alves (2010) os lixões são locais de depósitos de resíduos em local com nenhum critério sanitário e sem a adoção de técnicas e metodologias que visem a proteção do meio ambiente. Essa falta de estrutura acarreta numerosos problemas para a saúde pública e a preservação ambiental, tais como a proliferação de vetores de doenças, contaminação do solo e das águas pluviais e subterrâneas.

Os lixões são considerados a forma de disposição de rejeitos e destinação de resíduos sólidos mais antigos e precários, que segundo Milanez (2002) restringiu o uso de diversas áreas devido ao alto índice de poluição.

Segundo MORAIS (2013), aterro controlado diverge do lixão apenas no fato de que o primeiro recebe uma cobertura diária de material inerte, sendo, portanto, insuficiente para resolver os problemas de poluição gerados pelo resíduo. Para Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM (2010), aterros controlados são locais de deposição de RSU paliativos apenas para que ocorra a transição entre o lixão e o aterro sanitário.

De modo geral, os aterros controlados não possuem impermeabilização do terreno e nem implantação de sistema de drenagem de chorume e captação do biogás, podendo assim provocar a contaminação do meio ambiente como acontece nos lixões. Contudo, apesar de não ser uma destinação ambientalmente correta, apresenta algumas vantagens com relação ao lixão, por restringir o acesso de catadores e a diminuição da proliferação de vetores e de aves de rapina, uma vez que recebem cobertura (ALVES, 2010).

O Manual de Gerenciamento Integrado de Lixo Municipal (IPT/CEMPRE, 1995 citado por SANTOS, 2011) define o aterro sanitário como: um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo – particularmente resíduo domiciliar – fundamentado em “critérios de engenharia e normas operacionais específicas, que permite a confinamento segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública”.

Conforme o Manual Sobre o Aproveitamento Energético de Aterros realizado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da USP (CEPEA, 2004) o

aterro sanitário deve impedir a presença de catadores e possuir no mínimo uma balança de pesagem, impermeabilização de cobertura e fundo, procedimento de compactação de resíduo, acesso pavimentado, sistema de tratamento de chorume, drenagem de águas pluviais, gases, chorume e de monitoramento.

Com base em Junior (2003) a degradação dos resíduos sólidos nos aterros sanitários ocorre devido à presença de microrganismos, que atuam no chamado metabolismo aeróbio ou metabolismo anaeróbio, caracterizados pela existência e pela ausência de oxigênio, respectivamente. As comunidades microbianas presentes nos aterros incluem bactérias hidrolíticas e fermentativas, acidogênicas, acetogênicas e archeas metanogênicas, além de bactérias redutoras de sulfato e protozoários.

Para Santos (2011):

Durante o processo de decomposição o resíduo reduzirá sua massa inicial devido basicamente a duas transformações na sua composição, primeiro a matéria orgânica presente produzirá um gás, o biogás, composto basicamente de metano e gás carbônico. Em seguida, a segunda transformação será a combinação da umidade (H₂O) presente nestes resíduos com a matéria orgânica restante, gerando o chorume, um percolato com altas concentrações de matéria orgânica e de outros compostos com alto potencial poluente. Após a decomposição de toda parte orgânica restante, a matéria inorgânica remanescente no resíduo permanecerá por um tempo mais longo no aterro, até a sua total decomposição. Este tempo variará de acordo com a composição deste material de origem inorgânica (SANTOS, 2011, p. 22)

Se comparado com outras formas de destinação de resíduos ambientalmente adequados, tal como a incineração, a adoção do aterro sanitário têm a vantagem de apresentar baixo custo operacional, oportunizar a associação de outras tecnologias, permitirem a gestão consorciada entre municípios de modo a reduzir os custos significativamente. Como desvantagens pode-se citar a necessidade de grandes áreas para a instalação do empreendimento, geração de odores, emissão de gases do efeito estufa, riscos aos trabalhadores, resistência por parte da população circunvizinha e também a geração de passivo ambiental após seu encerramento (COSTA; RIBEIRO, 2013).

Outro fator relevante na escolha da destinação final é que, por questões socioambientais, os aterros comumente são rejeitados em áreas próximas às zonas residenciais. No Brasil, para que haja a aprovação dos aterros sanitários é necessário que a população efetive o princípio democrático em Audiências Públicas.

Para Pereira (2017) os conflitos socioambientais na instalação de um aterro sanitário são diversos, tais como o tráfego intenso de caminhões, o cheiro desagradável, o impacto visual dos resíduos, a desvalorização imobiliária e a presença de animais tais como moscas e ratos.

2.2.2.3 Compostagem

Uma alternativa de tratamento e de aproveitamento dos resíduos orgânicos domiciliares é o processo biológico de transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas, denominada compostagem (TEIXEIRA et al., 2004).

O Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM (2001) define a compostagem como um processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos e vegetais, realizados por microrganismos, em condições adequadas de umidade, aeração e temperatura.

Kiehl (2004) e Massukado (2008) possuem uma visão mais técnica, descrevendo o processo de compostagem sob o aspecto de uma decomposição aeróbica e exotérmica da substância orgânica biodegradável, realizada por meio da ação de organismos autóctones, com liberação de gás carbônico e vapor de água, produzindo ao final, um produto estável e rico em matéria orgânica. Conforme Campbell (1999) os resíduos orgânicos que podem ser compostados são constituídos de restos de alimentos, folhas, gramas, esterco, entre outros.

Esses materiais são dispostos em sistemas abertos (pilhas e leiras) ou fechados e podem passar por duas diferentes formas de decomposição: aeróbia e anaeróbia. Para Lima (2004) o processo aeróbio é caracterizado pela presença do ar no interior das leiras de compostagem. Nesse processo, a temperatura mantém-se elevada, havendo o desprendimento de gás carbônico e de vapor de água. Já o processo anaeróbio é caracterizado pela ausência de ar, por baixas temperaturas e pela liberação do gás metano, sulfídrico, entre outros. Este último também favorece a formação de chorume.

Durante o processo de degradação microbiológica dos substratos orgânicos ocorre liberação de calor resultando em aumento de temperatura. A temperatura caracteriza as diferentes fases do processo de decomposição da matéria orgânica: a fase termófila, mesófila e de maturação (KIEHL, 2004). Normalmente, o

tempo de compostagem, incluindo as duas fases, degradação e maturação, é de 120 a 130 dias (TEIXEIRA et al., 2004).

Para uma compostagem eficiente, é necessário que ocorra um correto equilíbrio entre o nível de oxigênio das leiras, variação de temperatura, a umidade, a relação Carbono/Nitrogênio, disponibilidade de nutrientes, pH e a quantidade e qualidade do material (MASSUKADO, 2008).

O revolvimento e o arejamento das leiras de compostagem são fundamentais para fornecer oxigênio aos microrganismos aeróbios que fazem a decomposição da matéria orgânica e para a oxidação das moléculas orgânicas que constituem os resíduos. Caso o nível de oxigênio for insuficiente, vão dominar os microrganismos que vivem na ausência de oxigênio (anaeróbios) e, conseqüentemente, a decomposição será retardada em cerca de 90%, resultando também na formação de maus odores (ALCOBAÇA Câmara Municipal, 2010). Além de oxigênio, os microrganismos também necessitam de umidade para se desenvolverem e decomporem a matéria orgânica. No entanto, umidade em demasia é prejudicial, pois água em excesso ocupa os espaços existentes entre as partículas orgânicas, dificultando a circulação de ar.

As vantagens da compostagem podem ser mensuradas pelo seu baixo custo operacional; possibilidade de emprego do composto na fertilização do solo, para a agricultura e jardinagem; subsequente redução da poluição do ar e da água subterrânea, evitando-se a contaminação ambiental; além de contribuir para a melhoria continuada da qualidade do solo, dentre outras (SILVA et al., 2002; LIMA et al., 2008). Outra vantagem significativa é a diminuição do envio de resíduos orgânicos para aterros sanitários ou outras formas de destinação menos favoráveis.

2.2.2.4 Incineração

A incineração é uma opção de tratamento térmico do resíduo sólido em que há eliminação da matéria orgânica bem como a redução da periculosidade dos resíduos (MENEZES; GERLACH; MENEZES, 2000). Atualmente tem sido uma alternativa amplamente visada na destinação final de resíduos sólidos municipais em países europeus, tendo em vista a vantajosa redução de volume e massa dos resíduos, assim como a possibilidade de recuperação energética ao final do processo de combustão (MARGALLO; TADDEI; HERNÁNDEZ-PELLÓN, 2015).

Ekstrand e Wänn (2008) definem as plantas de incineração como uma queima de resíduos à alta temperatura produzindo calor que pode ser utilizado para o aquecimento de água e produção de eletricidade através de turbinas. Ao final desse processo são geradas cinzas que podem ser destinadas a aterros e emissões atmosféricas que devem passar por um rigoroso processo de purificação dos gases antes de serem lançados à atmosfera.

Já a ABNT, por meio da NBR 11175/1990, define a incineração como o “processo de oxidação à alta temperatura que destrói ou reduz o volume ou recupera materiais ou substâncias”. Conforme essa norma técnica o tratamento envolve etapas de separação, preparo do resíduo sólido, alimentação, queima na câmara de combustão, tratamento dos resíduos gerados e recuperação da energia.

Uma correta separação do resíduo é de extrema importância para o processo, principalmente quando se busca a recuperação energética do material tratado. Em geral, as unidades de incineração são divididas de acordo com a origem do resíduo recebido, sendo eles: domiciliares, de serviço de saúde e industriais (GRIPP, 1998).

As plantas de incineração voltadas aos resíduos sólidos urbanos podem realizar dois tipos de processo, o primeiro emprega um incinerador de queima direta, em que os resíduos são alimentados diretamente na câmara de combustão sem nenhum processamento prévio, o segundo utiliza um incinerador do tipo Combustível Derivado do Resíduo, no qual os resíduos são previamente tratados (GRIPP, 1998). Tais tratamentos envolvem etapas de trituração, separação de metais e homogeneização do resíduo sólido.

O forno de incineração é composto por uma câmara de combustão, onde ocorre a queima controlada e uma câmara de pós-combustão, em que se é completado o processo eliminando os produtos de combustão incompleta (FEAM, 2012). A câmara de combustão pode ser alimentada de forma contínua, semicontínua e em batelada (GRIPP, 1998). De acordo com a FEAM (2012), os fornos mais utilizados como incineradores de larga escala são os de combustão em grelha, de leito fluidizado e forno rotativo.

De acordo com POLLUTIONISSUES (2010), qualquer combustão se caracteriza pelos 3 T's que a compõe, a Temperatura do forno, o Tempo de residência e a Turbulência. As diferentes tecnologias existentes para a incineração se diferem entre si, umas das outras, em um ou mais desses três parâmetros,

fazendo com que cada tecnologia de incineração tenha as suas características, incluindo vantagens e desvantagens.

A NBR 11175/1990 estabelece algumas condições para a perfeita operação dos equipamentos de incineração, tais como, excesso de ar suficiente a fim de minimizar a geração de produtos de combustão incompleta, temperatura de saída dos gases em 1200°C ao final da pós-combustão com tempo de residência mínimo de dois segundos, entre outros.

Por fim, há o tratamento dos gases proveniente da câmara de combustão. Tais tratamentos envolvem muitas operações tais como *scrubber* para remoção de gases ácidos, precipitador eletrostático para remoção de particulados e filtros para retirar partículas finas, garantindo assim uma segura emissão dos gases gerados na atmosfera. O resíduo sólido resultante do processo é tratado no sistema de descarga de cinzas e posterior envio a um aterro sanitário ou utilizado no processo de fabricação de cimento. Estima-se que a incineração reduz de 85-90% do resíduo depositado no aterro sanitário (EPE, 2008).

Contudo, mesmo com a ciência das vantagens desse tipo de processo, muitas entidades são contrárias a implementação deste tipo de tratamento, tendo em vista a emissão de diversos componentes tóxicos e poluentes na atmosfera, entre eles as dioxinas, furanos e cinzas, inerentes ao processo de combustão (EPE, 2008). Além disto, devido a extensa complexidade e necessidade de controle/manutenção do processo, tal processo se tornou inviável em relação ao ponto de vista econômico-financeiro no Brasil (KOZA, 2013).

2.3 ESTUDOS CONTEMPORÂNEOS SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Atualmente existe uma grande diversidade de sistemas de gestão e tratamento de resíduos sólidos em todo o mundo. As estratégias aplicadas dependem dos interesses políticos, condições econômicas, características sociais e aspectos ambientais.

Conforme apontado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2014, o Brasil ficou em 4º lugar no ranking de países que mais geram resíduos, estando atrás da China, Estados Unidos e Índia. Para os pesquisadores dessa associação aproximadamente 42% do total de resíduos anuais tem destinos finais inadequados.

A minimização na geração e a recuperação de recicláveis são as primeiras ações a programar uma gestão de resíduos adequada e eficiente. A sequência das tomadas de decisão deve acrescentar diversas análises referentes ao Ciclo de Vida do Produto, tais como a construção de um balanço de massa e de energia (MCDUGALL et al., 2004)

A manufatura ambientalmente sustentável tem se intensificado nos últimos anos, principalmente ao que tange ao ciclo de vida do produto. Para o Comitê Gestor Nacional de Produção e Consumo Sustentável (2010) a capacidade suporte do planeta depende da combinação entre o crescimento populacional e a melhoria da qualidade de vida das pessoas sendo necessário em prol do desenvolvimento sustentável reduzir o impacto ambiental por unidade de produto manufaturado. O aumento do consumo de produtos na última década significa aumento na geração de resíduos e da necessidade de aumentar a capacidade de tratá-los.

A manufatura ambientalmente sustentável pode ser definida pelas palavras de Dornfeld et al. (2013) como uma manufatura de produtos que utiliza processos produtivos menos impactantes levando em conta iniciativas que venham a promover a conservação dos recursos naturais e a minimização na geração de resíduos ao meio ambiente.

Araújo (2013) dedicou sua tese de doutorado ao estudo de Avaliação de Ciclo de Vida de componentes eletroeletrônicos provenientes de computadores *desktop*. O objetivo do trabalho foi a comparação de dois cenários, onde o primeiro considerava a destinação atual dos resíduos para aterro sanitário e o segundo aproveitava os componentes do *desktop* para remanufatura e reciclagem dos materiais com a recuperação de metais pesados em uma empresa da Suécia. A partir do seu estudo pode-se verificar que o segundo cenário diminuía em 27,1% dos impactos ambientais, mostrando a importância da avaliação do ciclo de vida na gestão dos resíduos (ARAÚJO, 2013).

Deste modo o tratamento e a disposição final do resíduo devem ser utilizados como soluções de fim de tubo, onde todas as demais opções já foram descartadas.

O Brasil ainda enfrenta sérios problemas com a redução e destinação de resíduos sólidos, porque grande parte do material ainda tem como destino final os aterros sanitários, aterros controlados e lixões em menor escala. Entretanto, existem

estudos, pesquisas, experimentos científicos e desenvolvimento de projetos destinados para o aproveitamento e destinação de resíduos.

Um estudo realizado por Galiza e Campos (2015), apresenta uma proposta de utilização do biogás para a geração de energia na região da grande Vitória – Espírito Santo. Conforme o estudo, a produção de energia por meio do biogás possui diversas vantagens por permitir a geração de uma energia renovável e limpa, reduzir a emissão de gases que causam o efeito estufa e favorecer a obtenção de receitas por meio de créditos de carbono. Além disso, existe a perspectiva de diminuir o consumo de combustíveis fósseis e minimizar os impactos causados pela sua queima.

Além da produção de energia limpa e renovável, o biogás contribui também para reduzir a crise energética e os impactos ambientais, gerando emprego e renda, além de outros benefícios para os municípios que adotarem esse sistema.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2014), a técnica consiste em aproveitar o biogás gerado a partir da decomposição anaeróbia da fração orgânica dos RSU, devido à ação de microrganismos que transformam esses resíduos em substâncias mais estáveis, como o dióxido de carbono (CO₂), água, gás metano (CH₄), gás sulfídrico (H₂ S), mercaptanas e outros elementos minerais (GALIZA; CAMPOS, 2015).

Sobre os resíduos sólidos, o Brasil enfrenta o crescimento do consumo de bebidas embaladas em garrafas Polietileno Tereftalato (PET), conforme Almeida et al. (2013):

é o melhor e mais resistente plástico para fabricação de garrafas e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre vários outros como embalagens termo formadas, chapas e cabos para escova de dente. O PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química, além de ter excelente barreira para gases e odores (ALMEIDA et al., 2013, p.84)

Este produto é totalmente reciclável, mas se o destino for a natureza pode levar até 750 anos para ser degradado, por isso que sua coleta e reciclagem são importantes. As garrafas PET são uma preocupação mundial porque causam danos ambientais, principalmente quando lançado na água de córregos e rios, pode entupir bueiros e outras formas de drenagem das águas em tempos de chuva, causando enchentes.

Uma sugestão para o aproveitamento das garrafas PET é a fabricação de telhas, o material oferece baixo custo, são eficientes, ecológicas e resistentes a altas temperaturas (85° C) apresentam ainda, brilho e luminosidade, não são porosas como as de cerâmica, portanto não acumulam umidade e mofo. A produção destas telhas ainda está em desenvolvimento no Brasil, é necessário interesse de empresários para a sua entrada e permanência no mercado da construção civil (ALMEIDA et al., 2013).

Uma pesquisa efetuada por Yoshimura, Yoshimura e Wiebeck (2012), apresentou a utilização de papel pós-consumo na fabricação de telhas ecológicas, mostrou-se um experimento confiável para o aproveitamento desse material. As telhas fabricadas a partir destes resíduos mostraram-se com um desempenho eficiente e ambientalmente satisfatório.

Conforme estudos efetuados por Aquino (2017), as embalagens Tetra Pak, também conhecida como embalagem “longa vida”, apresentam camadas prensadas compostas de papel cartão, filme de polietileno e alumínio, que atuam como barreira, impedindo a entrada de luz, ar, água e microrganismos. A compactação das múltiplas camadas com características químicas e físicas distintas, dificultam a separação do material para a reciclagem da embalagem.

Outra preocupação da gestão pública em relação aos resíduos sólidos, é o acúmulo de pneus na natureza, este processo contribui para a criação de vetores (mosquitos) como o *Aedes aegypti* causador da Dengue, doença que pode levar a morte, além de permanecer no meio ambiente devido a sua longa durabilidade. Com o aumento da frota automobilística brasileira, houve também o aumento do consumo e consequentemente do descarte de pneus, além disso, a entrada de pneus chineses ampliando a quantidade de resíduos sólidos acumulados nos lixões, ou jogados na natureza, em rios e córregos comprometendo o meio ambiente (SILVA, 2008).

A situação levou o Governo Federal a lançar a Resolução n. 258, de 26 de agosto de 1999, que determinou às empresas fabricantes e importadoras de pneus coletarem e dar destinação final aos pneumáticos inservíveis na proporção das quantidades produzidas ou importadas. A partir desta Resolução, alguns estados brasileiros, estão desenvolvendo a reciclagem dos pneus para produzir pó utilizado em asfalto. Conforme apontado por Galdino e Monteiro (2013):

Dessa forma, essa alternativa de solução para a problemática do pneu inservível, centrada na reciclagem para a produção de asfalto ecológico, por um lado, configurou-se seguro e resistente, em virtude de se adaptar melhor às variações climáticas e absorver o impacto dos veículos no solo, o que reduz a probabilidade de acidentes, devido conter borracha em sua composição; e, por outro lado, proporciona a mitigação dos danos ambientais (GALDINO E MONTEIRO, 2013, p.42)

Essa proposta ainda é tímida e necessita de mais investimentos tecnológicos, além da abertura de mercado para inserir o produto derivado, na construção de asfaltos ecológicos.

A deposição de resíduos sem qualquer método de contenção e prevenção de contaminação acarreta muitos malefícios ao meio ambiente e à saúde pública. Marques (2011) constatou a presença de elevada concentração de metais pesados tais como cobre, níquel e cromo no solo ao entorno do aterro de resíduos da cidade de Santo Antônio do Amparo em Minas Gerais. Em outro estudo Mondelli, Giacheti e Hamada (2016) detectaram uma pluma de contaminação nas águas subterrâneas no entorno de um aterro de resíduos sólidos na cidade de Bauru, São Paulo.

2.4 LEGISLAÇÕES REFERENTES A RESÍDUOS SÓLIDOS

2.4.1 Panorama da formação e estruturação da legislação brasileira

A Lei suprema que organiza e rege o Brasil é a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Essas regras definem as funções e limitam os poderes das entidades políticas. Conforme os textos constitucionais o Brasil é um federalismo quadripartite, ou seja, possui como entes da federação a união, os estados, os municípios e o distrito federal. Por mais que não haja uma hierarquia entre os 4 entes da federação, todas as legislações produzidas devem buscar seu fundamento de validade na Constituição Federal. As competências legislativas podem ocorrer de forma vertical ou horizontal. Na vertical as competências podem ser concorrentes onde a União estabelece as normas gerais e os demais entes estabelece as normas suplementares. Na vertical ocorre uma repartição de competências cabendo à União legislar sobre matérias de interesse nacional, aos estados as de interesse regional e aos municípios os interesses locais.

No Brasil, existem legislações nacionais, estaduais e municipais referentes a resíduos sólidos. A principal lei brasileira sobre a gestão dos resíduos sólidos no

âmbito nacional é a Lei nº12.305/10 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) criado pela Política Nacional do Meio Ambiente, possui a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. O CONAMA possui diversas resoluções no campo dos resíduos sólidos, podendo citar: Resolução nº 313/02 referente ao Inventário Nacional de Resíduos Sólidos; Resolução nº481/17 sobre compostagem de resíduos orgânicos; Resolução 469/15 sobre resíduos da construção civil; Resolução nº 283/01 referente ao gerenciamento de resíduos de saúde; entre outros.

As normatizações técnicas no Brasil são estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que dentre os diversos ramos de normatizações, define por meio da Norma Técnica Brasileira - NBR 10004 as diferentes classificações dos resíduos sólidos, exceto os resíduos radioativos, quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. A ABNT descreve ainda em outras NBRs os procedimentos para amostragem de resíduos sólidos e suas formas de acondicionamento.

A partir da constituição de 1988 cada Estado adaptou sua lei fundamental em função das suas próprias peculiaridades, revelando, de certa forma, sua visão sobre meio ambiente, proteção e conservação do seu território. Isso porque as relações entre as sociedades humanas e o ambiente que as cerca são frutos da cultura, possuindo, cada grupo, formas peculiares de se relacionar com a natureza, que podem ou não ser sustentáveis (VARELLA e LEUZINGER, 2008)

Foram então criadas legislações estaduais, tal como a Lei 12.493 /99 do Estado do Paraná, que estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. O estado de Pernambuco também instituiu sua Política Estadual de Resíduos Sólidos, que dispôs sobre as diretrizes gerais

aplicáveis aos resíduos sólidos no Estado de Pernambuco, bem como os seus princípios, objetivos, instrumentos, gestão e gerenciamento, responsabilidades e instrumentos econômicos por meio da Lei nº 14.236/10.

No que tange as legislações municipais, a cidade de Araucária, no Estado do Paraná, por meio do Decreto N° 26.631/13 dispõe sobre a coleta, o transporte, o tratamento, a disposição final, as infrações e sanções administrativas referentes aos resíduos sólidos no município.

Convém ressaltar que as leis estaduais devem estar em acordo com as leis federais, sendo, caso necessário, mais restritivas. O mesmo ocorre com as leis municipais, que neste caso deve estar em conformidade com a lei estadual e federal.

2.4.2 A legislação utilizada no Brasil referente a resíduos sólidos.

De forma geral, as principais legislações brasileiras relacionadas a resíduos sólidos domésticos estão descritas no (QUADRO 3).

QUADRO 3 – LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

(continua)

Constituição da República Federativa do Brasil 1988	<p>Conjunto de normas supremas que Institui um Estado Democrático, destinado a assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos, fundada na harmonia social e comprometida, na ordem interna e internacional, com a solução pacífica das controvérsias. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • o Art. 170 coloca a defesa do consumidor e a defesa do meio ambiente, como princípios da ordem econômica, numa tentativa de situar duas esferas tão importantes no mesmo plano; • o Art. 225 funda a regulamentação das normas de quase todo o Direito Ambiental brasileiro colocando o direito ao meio ambiente como um direito constitucional de todos e da coletividade.
Lei Federal nº11.445/07	<p>Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estabelece que os serviços públicos de manejo dos resíduos sólidos devem ser realizados de forma adequada, garantindo a saúde pública e a proteção do meio ambiente. • Define a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do resíduo doméstico e do resíduo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

QUADRO 3 – LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

(continuação)

Lei Federal nº 12.305/10	<p>Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descreve os objetivos, princípios e instrumentos para uma adequada gestão dos resíduos sólidos em todo o âmbito nacional; • Responsabiliza os geradores de resíduos, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos para o desenvolvimento da Logística Reversa; • Incentiva a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento dos governos públicos (federal, estadual e municipal) para que elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.
Lei Federal nº 8.666/93	<p>Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispensa a necessidade de licitação para a contratação da coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis, em áreas com sistema de coleta seletiva, em que a coleta é feita por associações ou cooperativas formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda reconhecidas pelo poder público como catadores de materiais recicláveis
Resolução nº 275/01 CONAMA	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Resolução nº 316/02 CONAMA	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
Resolução nº 404/08 CONAMA	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos
Resolução nº 330/10 CONAMA	Institui a Câmara Técnica de Saúde, Saneamento Ambiental e Gestão de Resíduos
Resolução nº 481/17 CONAMA	Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.

2.4.3 Panorama da formação e estruturação da legislação alemã

A Alemanha possui uma Lei Fundamental aprovada pelo Conselho Parlamentar em 23 de maio de 1949. Esta Lei assemelha-se a Constituição Federal brasileira abordando os direitos humanos fundamentais, bem como as funções e procedimentos internos de instituições públicas tais como o Parlamento e o Conselho Federal.

No que tange à divisão de competências entre Federação e Estados, o Estado pode ter sua própria legislação desde que atenda as disposições da Lei Fundamental. O direito federal alemão tem prioridade sobre o direito estadual, entretanto a proteção da natureza encontra-se dentro das áreas permitidas para uma legislação concorrente. Ou seja, cabe aos Estados a faculdade de legislar, enquanto e na medida em que a Federação não faça uso, através de lei, da sua competência legislativa.

Ainda, conforme o Art. 25 da Lei de 1949, as regras gerais do direito internacional público são parte integrante do direito federal sobrepondo-se às leis e constituindo fonte direta de direitos e obrigações para os habitantes do território federal. Deste modo, no processo de entendimento das legislações referentes aos resíduos sólidos alemães, pode-se perceber que em sua maioria, trata-se de diretivas e regulamentos da União Europeia e não da Federação Alemã propriamente dita.

2.4.4 Legislação utilizada na Alemanha referente aos resíduos sólidos

A União Europeia e a Alemanha possuem diversas legislações e normativas referente aos resíduos sólidos. As legislações estão descritas no QUADRO 4.

QUADRO 4 – LEGISLAÇÃO DE RESIDUOS SOLIDOS NA ALEMANHA

(Continua)

Legislação	Informações
Lei Fundamental da República Federal da Alemanha – 1949	<p>Aborda os direitos humanos fundamentais, bem como as funções e procedimentos internos de instituições públicas tais como o Parlamento e o Conselho Federal. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> O Art. 20 afirma que os recursos naturais vitais, dentro do âmbito da ordem constitucional, serão protegidos pelo Estado através da legislação e de acordo com a lei e o direito, por meio dos poderes executivo e judiciário.
Diretiva 2008/98/CE	<p>Objetiva estabelecer medidas de proteção do ambiente e de saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos, diminuindo os impactos gerais da utilização desses recursos e melhorando a eficiência dessa utilização. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> São excluídos do âmbito de aplicação os efluentes gasosos, solos não contaminados desde que sejam utilizados no local onde foram escavados, resíduos radioativos, as águas residuárias, entre outros;

QUADRO 4 – LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ALEMANHA

(continuação)

Legislação	Informações
Diretiva 2008/98/CE	<ul style="list-style-type: none"> • Aborda sobre a hierarquia dos resíduos enquanto princípio geral da legislação e da política de prevenção e gestão de resíduos (prevenção e redução, preparação para a reutilização, reciclagem, valorização de resíduos e pôr fim a eliminação); • Institui a responsabilidade alargada do produtor onde o desenvolvedor, fabricante, transformador, tratador e importador estão sujeitos à aceitação de produtos em fim de vida, a gestão e a responsabilidade financeira dessas atividades. Sujeita-se também as despesas de destinação os detentores atuais ou anteriores dos resíduos, assim como os distribuidores; • Informa sobre a necessidade de licenciamento de empresas que executem o tratamento dos resíduos, algumas isenções de obtenção de licença e seus requisitos, os planos de gestão de resíduos e inspeções por parte das autoridades competentes, entre outros.
Diretiva 75/442/CEE	<p>Aborda sobre as responsabilidades dos estados-membros em promover a prevenção ou a redução da produção e da nocividade dos resíduos através do desenvolvimento de tecnologias limpas e mais econômicas em termos de recursos naturais, do desenvolvimento técnico e colocação no mercado e do desenvolvimento de técnicas de eliminação de substâncias perigosas contidas nos resíduos. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descreve a importância das medidas secundárias de aproveitamento dos resíduos por reciclagem, reemprego, reutilização ou qualquer outra ação tendente à obtenção de matérias-primas secundárias ou a utilização de resíduos como fonte de energia; • Imputa aos estados-membros o estabelecimento dos Planos de Gestão de Resíduo que incidirão sobre o tipo, a quantidade e a origem dos resíduos a aproveitar ou a eliminar, normas técnicas gerais, entre outros requisitos.
Diretiva 94/62/CE	<p>Considera que é necessário evitar ou diminuir o impacto no meio ambiente reduzindo a quantidade global de embalagens e resíduos de embalagens. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza como prioridade a prevenção da produção e, como princípio fundamental, a reutilização de embalagens, a reciclagem e outras formas de valorização dos resíduos de embalagens e, por conseguinte, a redução da eliminação final de tais resíduos; • Estabelece que as análises do ciclo de vida devem ser completadas o mais rapidamente possível de modo a justificar uma hierarquia bem definida entre embalagens reutilizáveis, recicláveis e valorizáveis; <p>Aborda a necessidade de limitar a presença de metais nocivos e de outras substâncias nas embalagens objetivando reduzir a toxicidade, impedindo a adjunção destes metais pesados nas embalagens ou controlando as fugas desses elementos em casos de emissões das destinações finais.</p>

QUADRO 4 – LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ALEMANHA

(continuação e conclusão)

Legislação	Informações
Diretiva 2012/19/UE	Aborda sobre os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e, dentre diversos assuntos, versa sobre a presença de substâncias tais como o mercúrio, o cádmio, o chumbo, o cromo hexavalente, os policlorobifenilos (PCB) e outras substâncias que tem o poder de destruir o ozônio presente na atmosfera.
Diretiva 1999/31/CE	<p>O objetivo da presente diretivo é, com base em requisitos operacionais e técnicos escritos em matéria de resíduos e aterros, prever medidas, processos e orientações que evitem ou reduzam tanto quanto possível os efeitos negativos sobre o ambiente. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estabelece prazos e obriga aos Estados-membros a definir uma estratégia nacional para a redução dos resíduos biodegradáveis. Essa estratégia deverá incluir medidas de reciclagem, compostagem, produção de biogás ou valorização de materiais/energia; • Caracteriza e limita os materiais permitidos em aterros.
Abfallbeseitigungsgesetz – AbfG de 1972	<p>Lei federal alemã sobre a eliminação de resíduos, mais especificadamente sobre a coleta, o transporte, o tratamento, o armazenamento e a eliminação destes. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estabelece que os resíduos devam ser descartados de forma não prejudicar o bem-estar público, a saúde humana, os animais, as águas, o solo, ou seja, o meio ambiente em geral; • Não abrange as carcaças de animais, os combustíveis nucleares e materiais radioativos, águas residuais e alguns outros tipos de resíduos. • Estabelece informações essenciais sobre os planos de gestão e suas aprovações, instalações, tráfegos transfronteiriços, sanções em caso de infração à lei, autorizações e licenças para a gestão dos resíduos sólidos.
Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG de 2012	<p>Objetiva a promoção da economia circular para a proteção dos recursos naturais e assegurar a proteção dos seres humanos e do meio ambiente na geração de resíduos. A saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Define a palavra resíduos como todas as substâncias ou objetos que o proprietário descarta, tem a pretensão ou é obrigado a descartar; • Considera a prevenção como estada da arte da gestão dos resíduos sólidos, seguindo-se da preparação para reutilização, reciclagem, outra forma de recuperação tal como energética e pôr fim a eliminação; • Aborda sobre as obrigações básicas e os requisitos da economia circular, as obrigações e requisitos para eliminação de resíduos, a eliminação de resíduos públicos e a contratação e comissionamento de terceiros; • Estabelece os Planos de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Como escopo deste estudo as cidades de Araucária (Brasil) e Stuttgart (Alemanha) foram escolhidas por representarem diferentes realidades socioeconômicas na gestão dos seus RSU. A cidade de Araucária foi escolhida pelo fato de ser a segunda cidade com maior Produto Interno Bruto *Per Capta* do Estado do Paraná no ano de 2015 (IPARDES, 2015) e referência estadual de gestão municipal sobre o meio ambiente. A cidade de Stuttgart foi selecionada pelo fato de possuir tecnologias de separação, tratamento e destinação de estado da arte dos resíduos sólidos. O fato de Stuttgart ser a cidade-sede do *Institut für Siedlungswasserbau Wassergüte und Abfallwirtschaft* (ISWA) e da *Universität Stuttgart*, ambas instituições parceiras do Programa de Mestrado Profissional de Meio Ambiente Urbano e Industrial (MAUI), facilitou o acesso às informações sobre o gerenciamento municipal.

Para a descrição das áreas de estudos foram utilizados dados referentes à população dos municípios, suas características climáticas, geográficas, históricas, entre outros. Para tanto, houve a consulta de instituições com atribuições ligadas às geociências e estatísticas sociais, demográficas e econômicas, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e o *Destatis Statistisches Bundesamt*. As representações visuais de localização dos municípios dentro dos países os quais pertencem foram elaborados em ambiente AutoCAD®, a partir da adaptação de mapas disponibilizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e da vetorização em *software* dos limites federais e estaduais e da localização dos municípios de Araucária e Stuttgart.

3.2 DEFINIÇÃO DO TIPO DE RESÍDUO A SER ESTUDADO

Uma vez definida a área de estudo, passa-se a delimitação do grupo de resíduos a ser abordado. A delimitação é necessária uma vez que em um ambiente domiciliar pode ser gerado resíduo com diversas características particulares, tais como: restos de frutas e verduras, óleo de cozinha, papéis, plásticos, metais, vidros, pilhas, baterias, fármacos, lâmpadas, eletroeletrônicos, móveis, resíduos de jardim, cartuchos de impressão, entre outros. Tendo em vista essa variedade, foram

selecionados os resíduos de maior geração no ambiente domiciliar com base nas pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE,2015), sendo eles os orgânicos, recicláveis (papel e plástico) e rejeitos. A gestão dos demais resíduos, apesar de sua importância, não serão apresentados.

3.3 OBTENÇÃO DE DADOS

A revisão da literatura foi realizada com base em leitura, compreensão e referenciais teóricos de artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e legislações disponíveis tanto em meio eletrônico quanto impresso. Os assuntos pesquisados contemplaram os aspectos gerais dos resíduos sólidos desde seu processo histórico, passando pelos conceitos e definições, as formas de classificação, as etapas da gestão dos resíduos sólidos de separação, coleta, transporte e destinação dos resíduos. Para melhor instruir a dissertação também foi pesquisado sobre estudos recentes da gestão dos resíduos sólidos utilizando palavras-chaves tais como “tecnologias de tratamento”, “reciclagem” e “reúso”.

Os dados relativos às legislações dos resíduos sólidos brasileiros foram obtidos através das publicações on-line em sites governamentais tais como o Portal do Planalto da Presidência da República, Ministério do Meio Ambiente e no diário oficial do Município de Araucária. O acesso a legislação da União Européia foi realizado pelo Sítio Web Oficial EUR – Lex através de sua ferramenta de pesquisa de legislação e jurisprudência. As leis alemãs tais como *Abfallbeseitigungsgesetz – AbfG* de 1972 e *Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG* de 2012 foram encontradas no site *Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz*.

A descrição das características dos resíduos sólidos domésticos do Brasil buscou identificar os tipos de resíduos gerados e o modo de separação destes quando dispostos para a coleta. Os dados estatísticos brasileiros referente ao ano de 2012 foram fornecidos pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE e do Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE de 2016.

No que se refere aos dados da Alemanha, os tipos e quantidade de resíduos gerados foram obtidos a partir da análise das estatísticas disponibilizadas pela *Statistisches Bundesamt*. O documento contém a descrição do balanço de resíduos

(incidência de resíduos / resíduos, intensidade de resíduos, volume de resíduos por atividade) de todos os resíduos gerados entre o ano de 2006 a 2015.

3.4 VISITAS TÉCNICAS

A dissertação conta com dois estudos de casos de gestão de resíduos sólidos municipais. Para o entendimento de todo o processo desde a geração do resíduos até seu destino final foram realizadas verificação *in loco* das metodologias de gestão em áreas públicas, órgãos públicos e empresas privadas.

Na cidade de Araucária foram realizadas visitas técnicas em diversos estabelecimentos públicos e privados, conforme QUADRO 5.

QUADRO 5 -VISITAS TECNICAS EM ARAUCÁRIA

(continua)

IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO DO LOCAL	INFORMAÇÃO / INDICADORES
Local: Secretaria Municipal de Meio Ambiente Data: 16 Jun. 2017	Órgão municipal responsável pelo gerenciamento de resíduos sólidos domésticos. Endereço: Rua Ceará, S/N, Bairro Iguaçu	Grau da estruturação institucional; nível de campo de atuação; terceirização de serviços; grau de atendimento da legislação estadual e federal; grau de disponibilização dos serviços públicos para a população; forma de execução dos serviços; grau de abrangência das políticas públicas municipais; existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponíveis para a população;
Espaços públicos Data: 20 Jul. 2017	Ruas centrais, em bairros residenciais e na área rural do município.	Métodos de armazenamento dos resíduos sólidos de habitações uni-familiares e coletivas; existência e localização de Postos de Entrega Voluntária; grau de adequação dos armazenamentos ao regulamento municipal.
Transresíduos Transporte de Resíduos Data: 28 Jul. 2017	Empresa privada responsável pela coleta e transporte dos resíduos urbanos. Endereço: Rua Dr. Vital Brasil, 1107, Bairro Estação	Tipos de veículos utilizados para a coleta pública; rotas de coleta de resíduos orgânicos e recicláveis; grau de atendimento da população; formas de transportes dos resíduos; grau de envio de materiais para o aterro sanitário.
Centro de Processamento e Transferência de Materiais Recicláveis Data: 18 Ago. 2017	Associação de catadores responsável pela triagem e comercialização de resíduos passíveis de reciclagem e de valor econômico. Endereço: Rua Iolando Zanardine Camargo, 42, Bairro Tindiquera	Grau da estruturação da associação; Grau de separação dos resíduos sólidos recicláveis; métodos de recebimento e tragem de materiais; formas de acondicionamento, prensagem e comercialização; grau de comercialização e reciclagem dos materiais; grau de rentabilidade econômica aos associados.

QUADRO 5 -VISITAS TECNICAS EM ARAUCÁRIA

(continuação e conclusão)

Aterro Sanitário da Estre Ambiental S.A. Data: 15 Ago. 2018	Aterro Sanitário contratado pelo Consórcio Intermunicipal para a Gestão dos Resíduos Sólidos	Fluxograma de funcionamento do aterro; grau de recebimento de resíduos; procedimento de tratamento dos resíduos sólidos; valor dos serviços prestados.
--	--	--

FONTE: O autor

Na cidade de Stuttgart foram realizadas as visitas técnicas descritas no QUADRO 6.

QUADRO 6 – VISITAS TÉCNICAS EM STUTTGART

IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO DO LOCAL	INFORMAÇÃO
<i>Abfallwirtschaft Stuttgart (AWS)</i> Data: 17 Out. 2017	Órgão público municipal responsável pela coleta, transporte, disposição e destinação dos resíduos.	Grau da estruturação institucional; nível de campo de atuação; terceirização de serviços; grau de atendimento da legislação estadual e federal; grau de disponibilização dos serviços públicos para a população; forma de execução dos serviços; grau de abrangência das políticas públicas municipais; existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponíveis para a população;
<i>ALBA Stuttgart GmbH</i> Data: 16 Jan. 2018	Responsável pelas tarefas de separação, enfardamento, comercialização e destinação de materiais recicláveis. Endereço: Anton-Schmidt-Strasse 25, Waiblingen	Métodos de recebimento e triagem de materiais; formas de acondicionamento, prensagem e comercialização.
Espaços públicos Data: 23 Fev. 2018 e 24 Fev. 2018	Ruas centrais e em bairros residenciais.	Forma de armazenamento dos resíduos sólidos de habitações uni-familiares e coletivas; nível de detalhamento de separação; características dos contêineres, tamanhos e localização.
<i>EnBW Energie Baden-Württemberg AG</i> Data: 8 Nov. 2017	Empresa de capital aberto de fornecimento de energia, responsável pela incineração dos resíduos sólidos.	Fluxograma do processo de incineração; grau de recebimento dos resíduos; grau de geração de rejeito; grau de atendimento à legislação.

3.5 ANÁLISES COMPARATIVAS

A coleta de dados referente à gestão dos resíduos sólidos brasileiros e alemães, assim como da cidade de Araucária e de Stuttgart gerou um volume de dados e informações.

Para facilitar a compreensão do processo de gestão organizaram-se as informações na sequência de fluxo dos resíduos sólidos, sendo estes: coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos. Esta separação por etapas facilitou a adoção de métodos de agrupamentos e de descrição das principais informações norteadoras da gestão dos resíduos, de modo a permitir uma comparação eficiente.

Procurou-se obter informações da mesma natureza entre os países e cidades. Em seguida procurou-se citar as discrepâncias entre as gestões, primeiramente avaliando a existência em ambos os países ou cidades e na sequência buscando explicar os motivos que levaram a sua aplicabilidade ou não aplicabilidade.

A comparação permitiu também avaliar os pontos fracos e fortes de cada realidade e a vantagem ou desvantagem agregada ao processo, atuando como base para a elaboração do documento com propostas de melhoramento.

3.6 DA ELABORAÇÃO DO DOCUMENTO PROPOSITIVO

A elaboração do documento propositivo foi realizada mediante análise das comparações dos aspectos da gestão dos resíduos sólidos da cidade de Araucária, no Brasil e Stuttgart, na Alemanha.

As ações de melhoramento foram propostas com base na legislação, com baixo investimento financeiro, simplicidade de execução e benefícios à gestão dos resíduos sólidos.

O documento procura produzir um conjunto de propostas coerentes que unifiquem os esforços para a superação de lacunas legais e institucionais da cidade de Araucária, fortalecendo o Gerenciamento de Resíduos Sólidos Municipais, e tornando-o mais preparado para dar respostas efetivas às demandas da PNRS.

Nesse sentido são apresentadas propostas para enfrentamento dos problemas identificados, bem como possíveis instrumentos para sua execução. Para item de relevância, é apresentada uma breve descrição do problema, seu contexto e as propostas objetivas que visem sua superação, entre elas propostas de projetos de lei, criação de câmara técnica, programas de educação ambiental, entre outras.

O documento será encaminhado aos órgãos públicos com poder de voz e decisão do município de Araucária, sendo elas a Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, e a Câmara de Vereadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPARAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL E DA ALEMANHA

4.1.1 Legislação

Ao se examinar as legislações brasileiras e alemãs verifica-se que ambos os países possuem uma extensa gama de leis, decretos, regulamentos, normativas e diretivas que norteiam a gestão dos resíduos sólidos.

Assim como no Brasil existe a Constituição Federativa do Brasil e Alemanha possui sua Lei Fundamental e ambas tratam o meio ambiente como necessidade vital incluindo a temática ambiental na principal normativa a nível federal. A possibilidade de suplementação da legislação pelos órgãos estaduais e municipais denota a importância do acompanhamento das políticas ambientais e a regulamentação das necessidades locais, cada qual com suas particularidades.

A política das gestões de resíduos tem igualmente, como propósito, reduzir a utilização de recursos e propiciar a aplicação da hierarquia, sendo que prioritariamente deve-se buscar a não geração dos resíduos com base nos princípios da precaução e da ação preventiva. Por conseguinte, uma vez já gerado o resíduo, poderá ser destinado para reciclagem, valorização e por fim, o destino final.

Ao que se refere a não geração, conforme dados da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2015) a produção per capita de resíduos no Brasil é 0,972 kg/hab/dia, ou seja, 36,5% menor do que a geração da Alemanha que consoante os dados da *Statistisches Bundesamt - DESTATIS* (2015) equivaliam a 1,53 kg/dia/hab no mesmo ano.

As políticas de gestão de resíduos apresentadas nos dois países consistem em minimizar o impacto negativo da produção e gestão de resíduos na saúde humana e no meio ambiente. Para tal fim, são solicitados que os resíduos gerados sejam separados, acondicionados, transportados, destinados e dispostos de forma ambientalmente adequada.

Dados da ABRELPE (2015) mostram que no Brasil 58,7% dos resíduos são destinados aos aterros sanitários, 24,1% aos aterros controlados e 17,2% aos depósitos a céu aberto. Fato este em desacordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos que exigiu a extinção dos depósitos inadequados de resíduos

sólidos no ano de 2014. A Alemanha, entretanto, apresenta melhores destinações no ponto de vista ambiental, onde 0,4% dos resíduos são destinados aos aterros, 37,8% para incineração, 44,55% para reciclagem e 17,3% para a compostagem (KOZMIENSKY, 2012). Tal realidade baseia-se na existência da legislação alemã (*Abfallablagungsverordnung – AbfAbIV* de 2001) que impõe uma série de exigências para destinação dos materiais e proíbe o encaminhamento para o aterro os resíduos sem tratamento prévio, assim como a existência de regulamentações que favorecem a adoção de tecnologias limpas que propiciam o aproveitamento energético do material.

De acordo com a legislação, na Alemanha os resíduos só podem ser depositados em aterros caso possuam baixo teor orgânico, dentro dos limites de 3%, determinado como carbono orgânico total (COT) ou, alternativamente, de 5%, determinado como perda de ignição. Com essas restrições, a Alemanha diminuiu o problema com um produto formado pela degradação dos compostos orgânicos, o chorume.

Não apenas as destinações de resíduos estão em inconformidade com a PNRS no Brasil. Em seus estudos, Marino, Chaves e Junior (2018) avaliaram a capacidade administrativa de 156 municípios de todo o território brasileiro e verificaram que diversos municípios foram incapazes de se organizar adequadamente para a implementação da Política Nacional em seu local de atuação. Chama-se a atenção, pelo fato de essa pesquisa ter sido publicada 10 anos depois da Lei Federal nº12.305/10, que institui a PNRS, levando à tona a dificuldade para a aplicabilidade dos requisitos legais.

Para Chaves, Junior e Rocha (2014) alguns dos principais problemas para a implantação da PNRS são a baixa capacitação das autoridades locais para lidar com um complexo instrumento jurídico que abrange os interesses ambientais, econômicos e sociais. Ainda conforme o autor, outra fraqueza observada é a atenção precária dada aos mecanismos de educação ambiental, que levam ao baixo envolvimento social.

Outro fator de relevância para a aplicabilidade da PNRS é o baixo investimento e a carência de subsídios financeiros destinados ao saneamento municipal. O BNDES (2014) estimou a necessidade de investimentos da ordem de R\$ 2,5 bilhões em aterros sanitários de diferentes portes para atender às metas da

PNRS, que em 2012 ainda possuía 51,5% de destinação inadequada.

O fato de a Alemanha possuir um marco alinhado no gerenciamento integrado da Economia Circular incitou o surgimento de interesse econômico e empresarial na transformação dos resíduos em matéria-prima. Além dos acordos, tratados e legislações, o incentivo às pesquisas científicas multidisciplinares e a viabilidade técnica da reciclagem foram responsáveis pelo sucesso na gestão dos resíduos sólidos alemães.

Pesquisa realizada pela IPEA (2017) indica que a reciclagem ainda é um setor pouco explorado no Brasil onde apenas 13% dos resíduos são destinados a esse processo. Peças importantes no desenvolvimento da reciclagem brasileira são os catadores de materiais recicláveis que atuam diretamente na triagem, classificação e comercialização dos resíduos sólidos. Cientes da importância destes atores na gestão integrada dos resíduos sólidos, a PNRS reconheceu o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda, assim como promotor de cidadania

4.1.2 Geração dos resíduos sólidos

Para Moura, Lima e Archanjo (2012) a caracterização dos resíduos sólidos urbanos traz benefícios uma vez que permite subsidiar o planejamento das atividades do setor de limpeza urbana, bem como avaliar o potencial de reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos gerados. É a partir da caracterização, ou seja, do levantamento das características que não só qualquer medida relacionada à limpeza pública é tomada, mas também melhorias nas ações de gerenciamento já adotadas são realizadas.

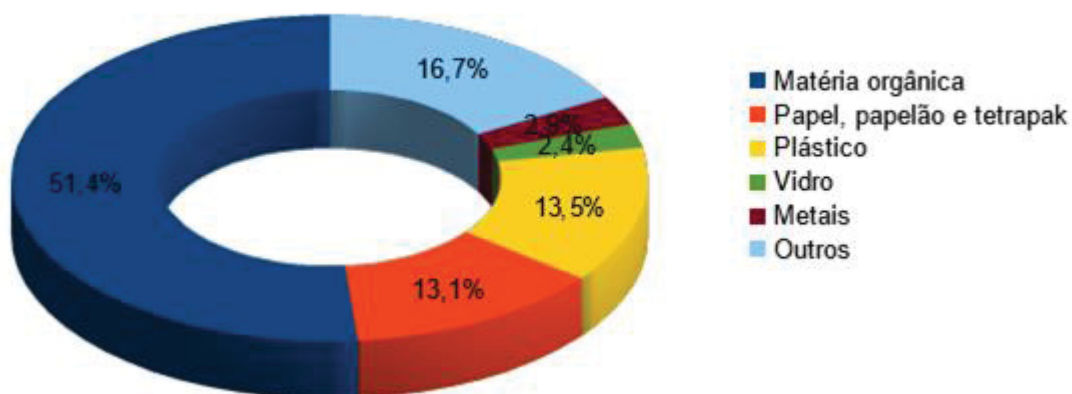
Como já visto anteriormente, as características qualitativas e quantitativas dos resíduos sólidos podem variar em função de vários aspectos, tais como: sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos.

Com base nas estimativas populacionais do IBGE, a população do Brasil cresceu em torno de 0,8% entre os anos de 2014 e 2015 e, conforme a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2015), a geração per capita de resíduos cresceu a um ritmo semelhante. Entretanto, no que se refere à geração total, houve um crescimento de 1,7% atingindo um equivalente a 218.874

t/dia de resíduos sólidos urbanos gerados no país e uma produção per capita de 1,071 kg/hab/dia (ABRELPE, 2015).

Ainda, conforme essa associação, a composição dos resíduos sólidos municipais coletados no Brasil é subdividida nos seguintes materiais: materiais orgânicos; papel, papelão e tetrapak; plástico, vidro, metais e outros. A porcentagem de cada material, definidas a partir de análise gravimétrica realizada no ano de 2012, está representada no GRÁFICO 1.

GRÁFICO 1 - PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS NO TOTAL DE RSU COLETADOS NO BRASIL (2013)



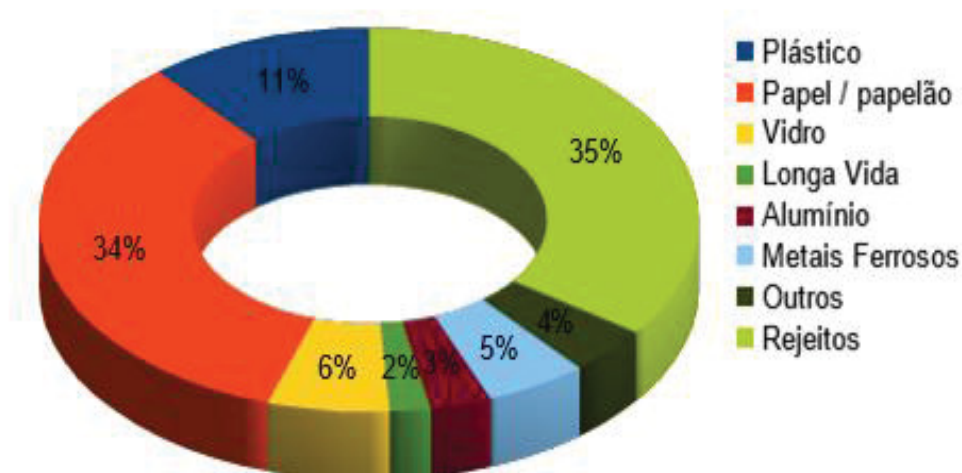
FONTE: Adaptado de ABRELPE, 2013

O GRÁFICO 2 apresenta, de forma mais detalhada, a composição gravimétrica dos resíduos sólidos destinados às empresas de reciclagem no Brasil, conforme os dados obtidos pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRES para o ano de 2016.

Ao se analisar o gráfico, pode-se perceber que os resíduos orgânicos não são caracterizados como recicláveis no Brasil. Porém, na Alemanha, o processo de compostagem é caracterizado com um processo de reciclagem dos resíduos orgânicos.

Outro fator que pode influenciar na análise feita pela CEMPRES é que os rejeitos muitas vezes possuem resíduos recicláveis, que devido à sua contaminação perde seu valor econômico.

GRÁFICO 2 – PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS RECICLÁVEIS COLETADOS NO BRASIL (2016)



FONTE: Adaptado de CEMPRE, 2016.

Com base nos dados apresentados, notou-se que as aparas de papel e papelão são os tipos de materiais recicláveis mais coletados pelos sistemas municipais de coleta seletiva, seguido dos plásticos em geral, vidros, metais e embalagens longa vida. Os rejeitos, que contabilizam 35% do material, correspondem aos resíduos coletados que são inadequados para a separação, muitas vezes por estar contaminado com outros tipos de resíduos. Esta porcentagem elevada ratifica a necessidade de educação ambiental sobre a importância da separação adequada do material reciclável.

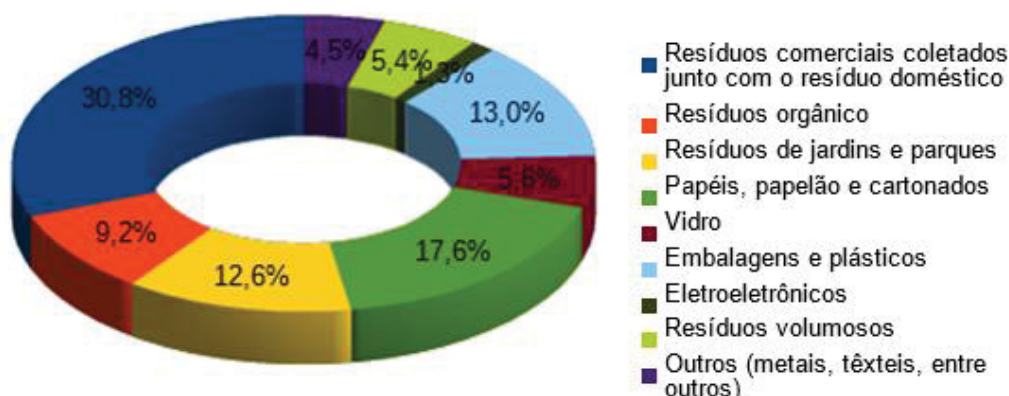
Pode-se observar que, diferentemente da ABRELPE, a CEMPRE não contabiliza os resíduos orgânicos, uma vez que esses não são destinados a associações de reciclagem.

Já na Alemanha, com base nas estatísticas divulgadas pela *Statistisches Bundesamt - DESTATIS* (2015), a população da Alemanha cresceu em torno de 1,2% entre os anos de 2014 e 2015 e a geração per capita de resíduos manteve-se estagnada. Entretanto, no que se refere à geração total de resíduos houve um crescimento de 0,82% atingindo um equivalente de 125.835 t/dia de resíduos sólidos urbanos gerados e uma produção per capita de 1,53 kg/dia/hab.

Ainda, ao se analisar as estatísticas alemãs pode se perceber que a composição dos resíduos sólidos municipais coletados na Alemanha é subdividida em categorias diferentes das brasileiras, sendo elas: resíduos orgânicos; resíduos de jardins e parques; papéis, papelão e cartonados; vidro; embalagens e plásticos;

eletroeletrônicos; resíduos volumosos; resíduos comerciais coletados juntos com os resíduos domésticos e outros materiais, tais como compostos têxteis e metais. A porcentagem de cada material, definidas a partir de análise gravimétrica realizada no ano de 2015, está representada no GRÁFICO 3.

GRÁFICO 3 – PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAS NO TOTAL DE RSU COLETADOS NA ALEMANHA (2015)



Fonte: Adaptado de DESTATIS (2015).

Pode-se perceber que as aparas de papel, papelão e cartonados são os resíduos recicláveis que possuem maior destinação na Alemanha, seguido por embalagens plásticas e resíduos vegetais provenientes da manutenção de jardins e parques. Os resíduos volumosos correspondem aos materiais que por apresentarem grandes dimensões não podem ser armazenados em recipientes, tais como armários, camas, colchões e malas de viagem.

A porcentagem mais significativa apresentada se refere aos desperdícios comerciais, semelhantes a agregados domésticos, coletados por meio do resíduo público. Diferentemente das demais categorias esses materiais são gerados em empresas comerciais, instituições privadas e públicas, e possuem características semelhantes aos resíduos residenciais.

O QUADRO 7 apresenta um comparativo geração dos resíduos sólidos no Brasil e na Alemanha.

QUADRO 7 – COMPARATIVO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL E DA ALEMANHA (2015)

Informação	Brasil	Alemanha
População	204,364 milhões	82,245 milhões
Taxa de Crescimento da geração total de RSU	1,7% /ano	1,2% /ano
Geração total de RSU	218,874 t/dia	125,835 t/dia
Geração Percapta	1,071 kg/hab.dia	1,53 kg/hab.dia
Progressão da geração percapta de resíduos	Aumento de 0,8%/ano	Estagnada
Classificação por quantidade de geração de resíduos sólidos domésticos.	1° Resíduo Orgânico 2° Outros 3° Papel, papelão e tetrapak 4° Plástico 5° Metal 6° Vidro	1° Papel, papelão e cartonados 2° Embalagens e plásticos 3° Resíduo Orgânico 4° Vidro 5° Resíduos Volumosos 6° Eletroeletrônico 7° Outros

A análise comparativa dos resultados alcançados pela administração dos RSU dessas duas cidades na última década demonstra trajetórias contrastantes. A geração total de resíduos sólidos no Brasil é maior que o gerado na Alemanha pelo fato de a população ser também consideravelmente maior.

Contudo, ao se verificar a taxa de progressão na geração de resíduos, o Brasil tem uma taxa positiva anual de 0,8%, enquanto a Alemanha permanece com taxa estagnada.

Essa estagnação alemã pode ser explicadas por diversos fatores. Primeiramente, a Alemanha tem empregado inúmeras medidas tanto para motivar a população a reduzir a geração de resíduos, quanto para melhorar os níveis de reciclagem e reutilização. Em segundo tem-se investido, a nível industrial, a intensificação das análises de melhoria contínua e as avaliações de ciclo de vida do produto.

Por estes fatos, o sistema de gestão de RSU na Alemanha torna-se mais dispendioso, pois para atender as metas de infraestrutura de baixo carbono e objetivo de envio de 'Lixo Zero' para aterros utilizam tecnologia avançada e desenvolvimento constante de pesquisas, o que demanda um investimento intensivo de capital.

Em contraste, o aumento de resíduos no Brasil pode ser resultado de um período de melhoria econômica, aliado à escassez de políticas públicas destinadas a redução da geração de resíduos. Conforme Neves e Crocomo (2005) uma maior renda apresenta um aumento na Propensão Marginal ao Consumir, onde o aumento da condição financeira e dos rendimentos da população traduz-se em uma elevação no consumo, consequentemente da geração de resíduos sólidos.

Outros fatores que influenciam na geração de resíduos são as condições sociais dos habitantes e seu poder econômico. Conforme o IBGE (2018) o Produto Interno Bruto do Brasil, um dos maiores indicadores do tamanho da economia do país, totalizou US\$ 2,02 trilhões no ano de 2017 (taxa taxa de câmbio de 01/03/2018 com dólar a R\$ 3,26), colocando o Brasil como uma das dez maiores economias do mundo. Contudo quando se consideram os valores do PIB Per capita, o país faz jus ao status de país em desenvolvimento, com US\$ 9.689/hab (taxa taxa de câmbio de 01/03/2018 com dólar a R\$ 3,26).

Já a Alemanha é a 4º maior potência econômica mundial, atrás apenas dos Estados Unidos, China e Japão com um PIB de US\$ 3,7 Trilhões no ano de 2017 e um PIB per capita de US\$ 44.836 (taxa de câmbio de 22/11/2018 com 1€ valendo US\$ 1.1404), ou seja, 4,6 vezes maior que o do Brasil (*Statistisches Bundesamt*, 2018).

No *ranking* 2018 do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) compilado pela Organização das Nações Unidas (ONU) o Brasil ocupa a 79º posição enquanto a Alemanha permanece na 5º posição, sendo, portanto, um dos países mais desenvolvidos do mundo. Ao comparar as políticas dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, Werlin (2003) afirma que o problema dos RSU nos países menos desenvolvidos está ligado a questão de má governança de recursos, processos de monitoramento ineficientes e políticas públicas inadequadas, que não solucionam o grave problema das desigualdades sociais. Entra nesse quesito a falta de políticas públicas voltadas a diminuição na geração de resíduos, item primário na hierarquia da gestão dos resíduos sólidos conforme a PNRS.

Um problema observado a partir desta pesquisa é a enorme diferença na quantidade e qualidades das informações disponibilizadas e publicadas por ambas administrações. Enquanto a Alemanha mantém dados estatísticos detalhados e frequentemente atualizados sobre a geração de resíduos; no Brasil as informações são escassas e imprecisas, não representando a total realidade da gestão de

resíduos. Tem-se como exemplo a dificuldade de controle de trabalhadores informais existentes no Brasil e da quantificação de resíduos sólidos coletados e comercializados. No que tange à esta realidade, o Brasil vem investindo na instituição de associações formais de catadores de resíduos sólidos, assim como na participação e estruturação das mesmas.

Outro fator que também influencia em resultados diferentes de geração de resíduos são as características geográficas e condições climáticas do local. A comparação acerca desses dois quesitos encontram-se descritas no QUADRO 8.

QUADRO 8 – COMPARAÇÃO CLIMÁTICA E GEOGRÁFICA DO BRASIL E DA ALEMANHA

Informação	Brasil	Alemanha
Localização	Zona Intertropical (90%) Cortado ao norte pela linha do Equador e ao sul pelo Trópico de Capricórnio.	Zona Temperada
Classificação climática de Köppen-Geiger	Af, Am, Aw, Bsh, Cfa, Cfb, Cwa e Cwb	Dfb, Cfb e Dfc
Características conforme Köppen-Geiger	<p>Porção norte (Clima dominante):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climas megatérmicos com temperatura média do mês mais frio do ano $> 18^{\circ}\text{C}$. - Estação invernal ausente. <p>Porção sul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climas mesotérmicos com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C. - Temperatura média do mês mais quente $> 10^{\circ}\text{C}$. - Estações de Verão e Inverno bem definidas 	<p>Porção Norte (Clima dominante):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climas microtérmicos com temperatura média do ar no mês mais frios $< -3^{\circ}\text{C}$. - Temperatura média do ar no mês mais quente $> 10^{\circ}\text{C}$. - Estações de Verão e Inverno bem definidas <p>Porção Sul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climas mesotérmicos com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C. - Temperatura média do mês mais quente $> 10^{\circ}\text{C}$. - Estações de Verão e Inverno bem definidas.

Um dos principais fatores climáticos que influenciam na quantidade e qualidade de geração de resíduo é a temperatura atmosférica. Temperaturas

extremas interferem no desenvolvimento das plantas e por conseguinte no consumo de frutas, hortaliças e grãos.

Para Fiorin e Ross (2015) as altas temperaturas causam o ressecamento do solo, a evaporação de nitrogênio dos adubos nitrogenados, deriva de defensivos agrícolas, evaporação de água para irrigação, paralização do crescimento da planta e aborto floral. Por sua vez, baixas temperaturas podem inibir a fecundação das flores, paralização das atividades das plantas, queima das folhas por geada ou congelamento.

Por ter temperaturas amenas no verão e no inverno, a agricultura brasileira ocupa uma posição de destaque em termos de saldo comercial do Brasil sendo o terceiro maior exportador agrícola do mundo. Já a Alemanha tem menos de 1% do seu PIB proveniente da Agricultura (Statistisches Bundesamt, 2018) fazendo do país um dos maiores importadores de produtos agrícolas.

Ter uma produção agrícola desenvolvida e uma grande oferta de produtos vegetais são alguns dos motivos pelo qual existe uma grande geração de resíduos orgânicos no Brasil. No Brasil é comum encontrar uma grande variedade de frutas a granel no comércio, assim como na Alemanha é comum encontrar frutas divididas em pequenas porções e vegetais congelados protegidos por embalagens de plástico e papelão.

A União Europeia é a maior importadora de frutas em termos globais. Segundo dados do Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) a Europa importa de países tais como a Costa Rica, África do Sul, Equador, Colômbia e Brasil. Para satisfazer ao comércio as frutas e vegetais são transportadas em ambientes refrigerados, classificadas, pesadas e embaladas.

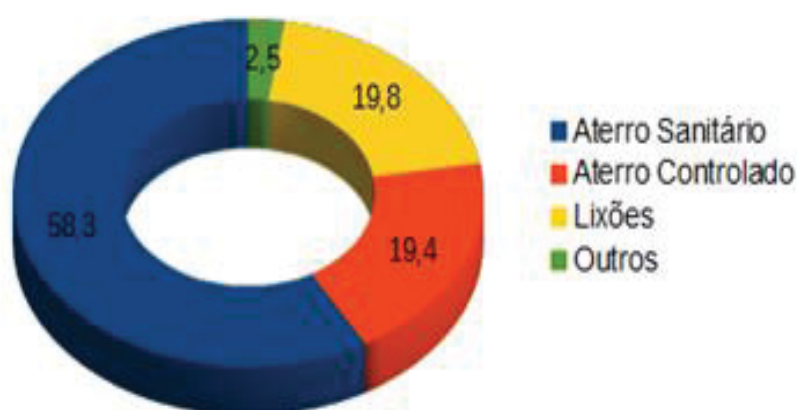
4.1.3 Destinação dos resíduos sólidos

Assim como a geração de resíduos possui suas peculiaridades no Brasil e na Alemanha, os resíduos sólidos também são destinados de forma diferente. Conforme visto no capítulo de comparação de legislação o Brasil busca atender a meta de fechamento das destinações de resíduos a locais a céu aberto e sem qualquer método de contenção de impactos ambientais.

Segundo dados da ABRELPE (2017) 40,9% dos resíduos coletados, foram despejados em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros, totalizando

mais 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados. Estas destinações não atendem ao solicitado na PNRS por não possuírem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, com danos diretos à saúde de milhões de pessoas. O GRÁFICO 4 mostra a destinação dos resíduos sólidos no Brasil conforme dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012).

GRÁFICO 4 – DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

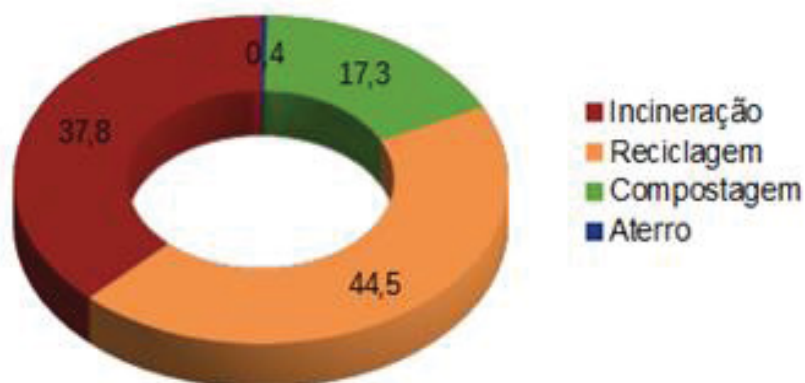


Fonte: Adaptado de IPEA, 2012

No Brasil as cidades de grande porte normalmente possuem destinação de resíduos sólidos para aterros sanitários. Fugii et. Al (2013) em sua pesquisa sobre a destinação de resíduos sólidos de dez capitais brasileiras, constatou que todas encaminhavam seus rejeitos para Aterros Sanitários após o sistema de coleta seletiva realizado por associações ou cooperativas de reciclagem. Destas, sete também utilizaram a compostagem como destinação dos resíduos orgânicos.

A Alemanha é um dos países que mais utilizam a compostagem como destinação de resíduos orgânicos, sendo que, de todo o resíduo gerado, menos que 1% vai para os aterros. As demais formas de tratamento e destinação de resíduos da Alemanha pode ser verificado no GRÁFICO 5

GRÁFICO 5 – DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ALEMANHA



Fonte: KOZMIENSKY (2012)

A escolha da técnica de tratamento e disposição final está diretamente relacionada com o atendimento da legislação, o interesse político, o investimento econômico, a aceitação popular e o desenvolvimento tecnológico de um país.

Como já visto anteriormente, a Alemanha proíbe a destinação de resíduos sem tratamento prévio, com alto teor orgânico, limitando o valor máximo de COT em 3% ou 5%, dependendo do tipo de aterro a ser destinado. A legislação influencia também na adoção de tecnologias limpas que propiciam o aproveitamento energético do material, transformando-o em energia térmica, energia elétrica ou composto para a agricultura. A escolha de descarte em aterros pelo Brasil desperdiça o fluxo de receita potencial contida nos resíduos sólidos.

O QUADRO 9 apresenta uma comparação dos tipos de destinação dos resíduos sólidos domésticos utilizados no Brasil e na Alemanha.

QUADRO 9 – COMPARAÇÃO DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL E DA ALEMANHA

(Continua)

Tratamento	Brasil	Alemanha
Disposição Indiscriminada Aterro Controlado	Conforme ABRELPE (2017) no ano de 2017, mesmo em desacordo com a legislação, 1.610 municípios destinaram seus resíduos de forma indiscriminadamente a lixões e 1.742 cidades para aterros controlados, totalizando mais de 29 milhões de toneladas de resíduo ao ano.	Destinação não aplicada

QUADRO 9 – COMPARAÇÃO DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL E DA ALEMANHA

(Continuação e conclusão)

Tratamento	Brasil	Alemanha
Aterro Sanitário ou Similar	Conforme ABRELPE (2017) 42,3 milhões de toneladas de RSU ou 59,1% do coletado são dispostos em aterros sanitários por 2.218 cidades brasileiras.	Menos de 1% dos resíduos sólidos urbanos são destinados a Aterros devido à legislação que proíbe deposição de resíduos sem tratamento prévio.
Incineração	Procedimento comumente não utilizado para tratamento de resíduos urbanos. Entretanto 47,6% dos resíduos de Serviço de Saúde no Brasil são encaminhados para incineração.	Em 2014, 68 instalações de incineração de resíduos com uma capacidade de 20 milhões de toneladas estavam em operação na Alemanha para o tratamento de resíduos. (Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland, ITA)
Tratamento biológico	O diagnóstico do manejo de RSU realizado por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apontou, no ano de 2014, que somente 3,9% dos resíduos sólidos seguiram para unidades de triagem e de compostagem no Brasil.	Em 2013, cerca de 12,87 milhões de toneladas de resíduos biodegradáveis foram tratados em 912 instalações de compostagem e 1.439 plantas de digestão (instalações de biogás, incluindo instalações combinadas de digestão e compostagem)) na Alemanha. Deste total, 4,29 milhões de toneladas foram coletadas separadamente através do resíduo de cozinha e 4,76 milhões de toneladas de resíduos de jardins e parques, o que equivale a uma taxa de coleta anual média de 112 kg per capita. Cerca de 3,53 milhões de toneladas de composto e aproximadamente 3,59 milhões de toneladas de produtos de fermentação para vários fins foram produzidos a partir dos resíduos biológicos recolhidos. Federal Environment Ministry (BMUB), 2015.

4.2 COMPARAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS MUNICIPAIS DE ARAUCÁRIA E STUTTGART

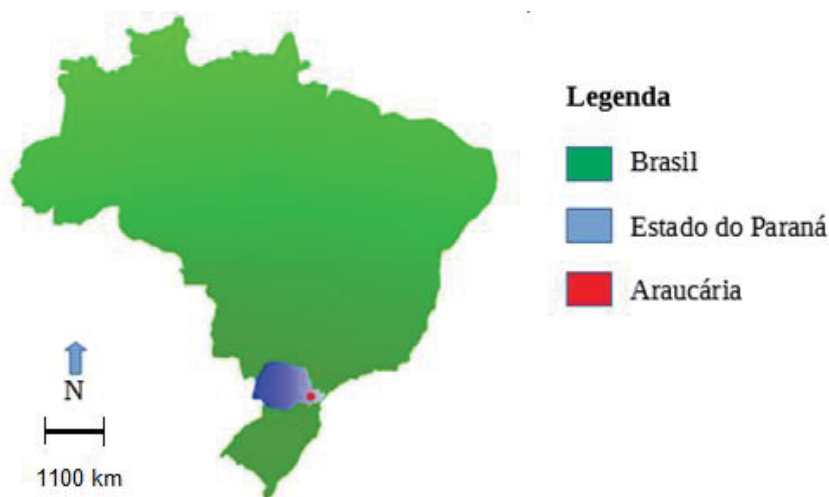
4.2.1 Caracterização dos municípios

A cidade de Araucária, no estado do Paraná, é um município brasileiro com uma área de 469,240 km², na altitude de 857 m acima do nível do mar e, de acordo com a estimativa estatística, possuía aproximadamente 137.452 habitantes no ano 2017 (IBGE, 2010).

A FIGURA 2 apresenta a localização do município na região sul do Brasil e Leste do Estado do Paraná. A cidade faz parte da região metropolitana de Curitiba e tem como cidades limítrofes Curitiba, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Quitandinha,

Contenda, Balsa Nova e Campo Largo. A região urbana assim com a região rural possui diversos cursos hídricos, sendo os principais o Rio Iguaçu, Rio Passaúna, Rio Barigui e Rio Cachoeira.

FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE ARAUCÁRIA NO BRASIL



FONTE: Adaptado de IBGE, 2018.

O desenvolvimento econômico do Município se deu com maior ênfase durante a década de 1970, assim, como também o foi em todo o Estado do Paraná, devido à vinda de indústrias, sobretudo as do complexo metalomecânico concentradas em Curitiba (MOURA, 2009). Este fato aliado à instalação da Refinaria Presidente Getúlio Vargas pela estatal Petróleo Brasileiro S. A. (PETROBRAS) em 1972 deu à cidade de Araucária característica de cidade industrial que permanece até a atualidade.

O período de industrialização modificou as características de distribuição demográfica do município, culminando um êxodo rural e crescimento da área urbana da cidade. A TABELA 1 mostra o fluxo de pessoas entre o meio rural e urbano ao longo do tempo e o crescimento acentuado da população durante o período de industrialização.

TABELA 1- PROGRESSÃO DEMOGRAFICA DE ARAUCÁRIA

POPULAÇÃO	1970	1980	1991	2000	2010
Urbana	5.473	27.128	54.074	86.111	110.205
Rural	11.664	7.671	7.693	8.147	8.918
População	17.177	34.799	61.797	94.258	137.452

FONTE: Adaptado de IBGE (2018)

Conforme os dados do IBGE no ano de 2010 a cidade possuía 83,3% de esgotamento sanitário adequado, 65,8% de arborização e 37,8% de urbanização nas vias públicas.

A cidade de Araucária possui diversas áreas de preservação ambiental sendo elas: Área de Proteção Ambiental do Rio Verde (APA do Rio Verde), Área de Proteção Ambiental do Rio Passaúna (APA do Rio Passaúna), Parque Estadual Professor José Wachowicz, Unidade de Conservação Parque Cachoeira e a Refúgio da Vida Silvestre do Bugiu. A preservação dessas áreas e a existência do manancial de abastecimento Passaúna garantem a Araucária direito ao ICMS Ecológico. No ano de 2016 o município de Araucária arrecadou R\$ 1.411.098,36 de ICMS Ecológicos sendo 85,98% proveniente dos mananciais de abastecimento e 14,02% de Unidades de Conservação.

Por outro lado, a cidade de Stuttgart é a capital do estado de Baden-Württemberg, na Alemanha. Situada às margens do Rio Neckar, possui uma população de 606.588 habitantes de acordo com o censo demográfico do ano de 2015 (BEVÖLKERUNG UND ERWERBSTÄTIGKEIT, 2016).

Pode-se verificar na FIGURA 3 que Stuttgart está localizada na porção sudoeste da Alemanha, a aproximadamente 75 quilômetros da França e 120 quilômetros da Suíça, seus países fronteiriços.

FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE STUTTGART NA ALEMANHA



FONTE: Adaptado de Calipter Mapping, 2018.

Conforme Fallmann e Suppan (2013, tradução nossa) a região metropolitana de Stuttgart possui aproximadamente 200 km², com cerca de 42% da superfície urbana impermeável. A cidade está localizada em um vale com uma diferença de altitude entre o centro da cidade e as colinas circundantes de 150 a 200 metros. Segundo a *Amt für Umweltschutz Stuttgart (2013, tradução nossa)* a estação meteorológica central *Stuttgart Low Schwabenzentrum* afere uma temperatura média anual de 10 °C, com as estações bem definidas.

O nome do município é proveniente do alto-alemão-antigo "*Stuotgarten*" que significa "haras", já que a cidade teve sua origem ao redor de antigas cavalarias do Duque Liudolfo da Suábia. Na língua portuguesa brasileira a cidade de Stuttgart é conhecido como Estugarda.

Stuttgart e Araucária possuem um complexo industrial importante e bem desenvolvido. Stuttgart é famosa no quesito automobilístico, por possuir indústrias de grande porte tais como a Porshe AG, Mercedes-AMG GmbH e Robert Bosch GmbH. Por sua vez, Araucária por possui a PETROBRÁS, no segmento de refinaria de derivados de petróleo e a Uzina Elétrica a Gás, UEGA.

Ainda, ambas cidades possuem áreas verde tais como praças, parques, bosques e uma desenvolvida arborização urbana.

4.2.2 Órgãos gestores dos resíduos sólidos

De acordo com a Constituição Federal Brasileira é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios protegerem o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, assim como de promover programas de saneamento básico. O descrito dessa carta magna permite que os municípios legislem, organizem e prestem serviços públicos de interesse local e promovam a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. Ao poder público incumbe também controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco a qualidade de vida e o meio ambiente.

Deste modo, com base nos dispostos na lei suprema brasileira, a Prefeitura Municipal de Araucária criou a Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Conforme a Lei Municipal nº 1.547/2005, alterada pela Lei Municipal nº 2.294 / 2010, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) é a unidade de administração direta que possui,

dentre outras competências, a responsabilidade pelo gerenciamento, a execução e a fiscalização dos serviços de limpeza pública (varrição, coleta e destinação final de resíduos domiciliares, de serviço de saúde e recicláveis) do município de Araucária.

A SMMA é composta atualmente por 5 (cinco) departamentos, sendo que todos estes atuam diretamente, mas com diferentes níveis de responsabilidades, na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, conforme a FIGURA 4.

FIGURA 4 – ORGANIZAÇÃO INTERNA DA SMMA



FONTE: O autor

O Núcleo Administrativo e Financeiro (NAF) auxilia a contratação de empresas intermediárias para a execução de serviços de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos. Auxilia o Secretário na administração dos recursos financeiros para investimento em políticas públicas e projetos ambientais. Realiza a abertura e acompanhamento de tomadas de preços, licitações e pagamentos.

O Departamento de Educação Ambiental (DEA) trabalha no desenvolvimento de programas e ações de educação ambiental em todos os níveis sociais desde os moradores, aos comerciantes, setor de serviços, indústrias e no próprio setor público. Realizar parceria com escolas públicas e privadas objetivando a inclusão de princípios da sustentabilidade ambiental de forma interdisciplinar e multidisciplinar. Auxiliar na conscientização populacional sobre a necessidade de minimização de resíduos sólidos, importância da destinação ambientalmente adequada e atuar diretamente em locais com descartes irregulares de resíduos sólidos. Estabelecer canais de comunicação e informação popular acerca das políticas públicas, projetos e serviços realizados pela SMMA.

O Departamento de Limpeza Pública (DLP) é o principal departamento que atua na gestão dos resíduos sólidos. Trabalha de forma conjunta com os departamentos de Educação Ambiental e Administrativo e Financeiro. Coordena as ações de acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos domiciliares. Responsável por fiscalizar e aplicar sanções administrativas por infrações à legislação em vigor referente a resíduos sólidos, tais como descartes irregulares e queima de resíduos sólidos. Elaborar planos, programas e projetos relativos à limpeza pública e gestão de resíduos, tais como definição de dias de coleta e sistemas de separação. Monitorar e fiscalizar os serviços realizados pelas empresas terceirizadas. Auxiliar no estabelecimento de métodos de cobranças por serviços de coleta e destinação dos resíduos sólidos.

O Departamento de Infraestrutura Urbana (DIA) é responsável pela infraestrutura municipal de áreas públicas, tais como parques, praças e unidades de conservação. Dentre outras atividades está diretamente ligada com a limpeza de áreas públicas, fornecimento de lixeiras e materiais necessários para sua manutenção.

Por sua vez, o Departamento de Controle Ambiental (DCA) possui as atividades principais de licenciamento de atividades potencialmente poluidoras e de fiscalização ambiental de crimes e infrações legais. De modo geral atuam na emissão de licença de empresas de coleta, transporte, destinação e disposição final de resíduos desde que essas sejam de responsabilidade municipal, conforme legislação própria. Participa do processo de licenciamento com o Instituto Ambiental do Paraná, emitindo anuências prévias para empresas e atividades de exclusivo licenciamento estadual. Fiscaliza em conjunto com o DLP descartes irregulares de resíduos e as atividades que possam vir a causar ou que já causaram impactos ambientais.

Stuttgart possui um órgão gestor com características diferentes da cidade de Araucária. A principal lei alemã que rege a gestão de resíduos é a Lei de Gestão de Resíduos e Economia Circular (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG, 1994). Seu objetivo é promover a redução de resíduos e gestão de resíduos em ciclo fechado, conservando os recursos naturais e protegendo as pessoas e o meio ambiente (BERLIM, 2013).

Os serviços de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos de Stuttgart são realizados por um órgão público municipal, denominado *Abfallwirtschaft Stuttgart* (AWS). A empresa é dividida em sete departamentos conforme a FIGURA 5.

FIGURA 5 – ORGANIZAÇÃO INTERNA DA AWS



FONTE: O autor

Os departamentos Administrativos e Financeiros realizam a atividade de administração e finanças do órgão público. Atua na contratação de empresas intermediárias para a execução de serviços, administração dos recursos financeiros para investimento em políticas públicas e projetos ambientais.

O Atendimento ao Cliente realiza uma ponte entre o órgão público e a população em geral. Trabalha no recebimento e gestão de reclamações, informação sobre horários de coleta e taxas de serviço, atendimento de dúvidas quanto à forma de separação e encaminhamento para centros de reciclagem, recebimento de opiniões quanto aos serviços prestados pela AWS e pedido de contêineres.

O departamento de Descarte e Instalações Operacionais é responsável pela instalação municipal dos locais de gerenciamento de resíduos, tais como instalações de reciclagem e o planejamento, construção, operação e manutenção de aterros sanitários.

No departamento de Limpeza e Serviços de Inverno ocorrem as atividades de limpeza de ruas e calçadas e demais áreas de tráfego público, com frequência estipulada com base nas condições meteorológicas. Dentre o serviço de limpeza, está incluída a atividade de coleta e transporte de resíduos que são depositados em cerca de 5.000 lixeiras públicas. O esvaziamento dos recipientes é feito mecanicamente por meio de um varredor equipado com uma mangueira de sucção.

De modo geral pode-se perceber que, no que se refere aos órgãos públicos que atuam com resíduos sólidos, a SMMA de Araucária realiza trabalho abrangente na área de meio ambiente e a AWS de Stuttgart trabalha de forma mais específica em limpeza pública. Ou seja, enquanto Araucária possui apenas um departamento para gerenciamento de resíduos, Stuttgart possui um órgão público específico com maior autonomia e ramificação de atuações.

Deste modo, a SMMA pode ser melhor comparada ao Escritório de Meio Ambiente (Amt für Umweltschutz) de Stuttgart que é o órgão responsável pelas áreas de natureza, proteção de espécies, controle de emissões, proteção de água e solo. Já a AWS pode se assemelhar ao que é realizado pelo DLP da SMMA.

Em Araucária dos 56 funcionários da SMMA, apenas três atuam diretamente no departamento de Limpeza Pública, sendo um biólogo, um auxiliar administrativo e uma estagiária. Um dos motivos para esse baixo efetivo é que Araucária realiza a terceirização dos serviços de limpeza de ruas, coleta e separação de resíduos. Contudo a atuação de mais profissionais fixos no departamento poderiam melhorar as etapas de planejamento, fiscalização e aplicação das políticas de gestão dos resíduos sólidos.

Em verificação aos sites institucionais de ambos órgãos públicos, foi constatado uma grande discrepância entre a quantidade de informação disponibilizada. Em Stuttgart, há uma facilidade no acesso à informação sobre a gestão dos resíduos sólidos.

No site da instituição responsável AWS encontram-se diversas informações sobre os resíduos sólidos, tais como a importância da correta gestão dos resíduos sólidos; prevenção de resíduos; a forma de separação; periodicidade para a coleta; pontos de entrega voluntária; centro de reciclagens; informações sobre as destinações; leis, diretrizes e estatutos; notícias; entre outros.

Em contraposição o site institucional de Araucária, o link destinado à Secretaria de Meio Ambiente, carece de informação sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos. Apenas são encontradas referências às competências da secretaria.

A AWS também oferece ao *Verschenmarkt Stuttgart* uma plataforma online alternativa onde são colocados móveis, eletrodomésticos, roupas, brinquedos e outros materiais em condições para doação. A plataforma *Verschenmarkt* não atua como um intermediário entre os fornecedores e os compradores, mas apenas

fornece a plataforma da Internet para que sejam feitas as combinações entre o doador e o interessado na doação.

Na FIGURA 6 pode-se verificar o visual e o layout da ferramenta *Verschenmarkt Stuttgart*.

FIGURA 6 – LAYOUT DA PLATAFORMA *VERSCHENKMARKT STUTTGART*



Na coluna à esquerda têm-se:

- Listagem de anúncios disponíveis - apresenta a imagem e descrição simplificada do produto. Permite a busca específica de um item com base em sua categoria, seção ou palavra-chave.
- Inserção de novos anúncios - local onde o munícipe se inscreve como doador e insere informações sobre o produto a ser doado. São solicitadas informações tais como endereço, e-mail e telefone para contato, descrição do produto e imagem. Antes de encaminhar o seu anúncio para publicação o usuário precisa consentir com a coleta dos dados pessoais e manifestar ciência de conhecimento e concordância aos termos de uso.

- c) Exclusão de um anúncio - fica disponível ao usuário a opção de excluir o anúncio em caso de desistência ou de doação já realizada.
- d) Condições de uso - disponibiliza as condições de funcionamento e de uso da plataforma. Contém informações sobre a gratuidade de uso, os tipos de materiais que podem ser doados, as informações mínimas para doação, sobre as negociações, direitos e responsabilidades.
- e) Definições de exibição - possibilita que o usuário altere as formas de exibição da plataforma. Destina-se especialmente a pessoas com deficiência visual e/ou outras dificuldades. São disponibilizados opções de aumento ou diminuição de tamanho de fonte e de colocação do site.
- f) Responsabilidades sobre o site - apresenta os dados para contato dos gestores da plataforma, informações referentes à responsabilidade pelo conteúdo e informações sobre direitos autorais.

4.2.3 Legislações e normativas municipais

A Prefeitura Municipal de Araucária, Paraná, conta com uma Lei Orgânica Municipal que em seu artigo 120, exige a instituição de programas de saneamento urbano e rural com objetivos aos cuidados e prevenções da saúde. Conforme esta mesma lei, é de responsabilidade da gestão municipal o abastecimento de água tratada, esgoto sanitário e coleta de resíduo, como forma de evitar a poluição dos mananciais e do meio ambiente.

A principal Lei de Araucária que aborda a questão de resíduos sólidos é o Código de Obras e Posturas, Lei nº2159/10. A questão referente à coleta de resíduos inicia-se no artigo 187 onde afirma-se que o resíduo resultante de atividades residenciais, comerciais e de prestação de serviço serão removidos em dias e horários preestabelecidos pelo serviço de limpeza pública urbana, que lhe dará a destinação final adequada e legalmente prevista. O mesmo artigo aborda a questão do acondicionamento dos resíduos em recipientes apropriados de forma a impedir a ação de animais e o espalhamento nas vias e logradouros públicos.

Outro fator importante constante nessa lei é a solicitação que materiais perfurocortantes sejam armazenados de maneira a não pôr em risco a segurança dos coletores. Tal cuidado é importante para garantir a integridade física dos agentes nas atividades de coleta e também caso o recipiente venha a ser manuseado pelos separadores no centro de material reciclável.

Ainda no art. 187, mais precisamente no parágrafo 3º, a população fica orientada a separar seus resíduos entre orgânicos e recicláveis.

O art. 188 imputa aos proprietários e geradores a contratação particular de empresa para a remoção e destinação dos resíduos industriais, de oficinas mecânicas, de construção civil acima de 1000 litros mensais e materiais vegetais tais como folhas e galhos excedentes a 1000 litros por mês.

No ano de 2013 os artigos 187 a 192 da Lei 2159/10 foram regulamentados pelo Decreto nº 26.631/2013 que dispõe sobre a coleta, o transporte, o tratamento, a disposição final, as infrações e sanções administrativas referentes aos resíduos sólidos no município de Araucária.

O decreto foi criado considerando os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos e seus princípios de redução, reutilização e reciclagem. Esse meio legal inclui no seu primeiro artigo a premissa de que a gestão dos resíduos sólidos não deve ocasionar malefícios ou inconvenientes à saúde, ao bem-estar e ao meio ambiente.

Atividades tais como a disposição indiscriminada sem autorização dos órgãos competente e queima de resíduo a céu aberto são proibidos, ficando o responsável sujeito a multa de R\$ 200,00 a R\$1200,00 dependendo de sua quantidade. Tal valor é irrisório uma vez que a Lei de Crimes Ambientais e o Decreto 6514/08 imputam uma multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) a R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais) para quem executa tais atividades ilegais e pena de reclusão, de um a cinco anos.

Assim como a PNRS o decreto municipal remete os geradores de resíduos sólidos a responsabilidade da gestão adequada dos resíduos até a sua destinação final. O decreto ainda aborta sobre as competências de fiscalização, as infrações, os procedimentos de conversão de multa em serviços ambientais, entre outros assuntos.

A Alemanha segue a diretriz geral e proposta pela União Européia (UE) para a gestão de resíduos de uma maneira mais específica onde cada estado da

federação também pode usar uma legislação mais restritiva e detalhada. Para Santos (2011) a competência dos estados federados e das províncias/distritos alemães fica restrita aos campos onde não exista uma legislação federal. O resultado é que, sob a legislação nacional de resíduos, cada Estado Federal tem a sua legislação própria de gestão/regulamentação de resíduos. Salvo disposição contrária, prevista na legislação nacional, os resíduos provenientes das residências ficam sob a responsabilidade do Estado Federal, que delega a gestão concreta do resíduo doméstico para os distritos/regiões e municípios.

Dessa forma, no município de Stuttgart aplica-se a política nacional alemã para promover a gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos (RSU), com base nas prioridades promovidas pelos princípios de reduzir a sua geração, reutilizar e reciclar os materiais.

Em Stuttgart a Lei da Cidade é dividida em 10 grupos de acordo com a especificidades de conteúdo. O Grupo 7 aborda sobre as instituições públicas e promoção de negócios e é subdividido em outros 19 regulamentos e instruções normativas.

O Estatuto de Gestão de Resíduos Sólidos da cidade de Stuttgart (7/10 - *Abfallwirtschaftssatzung der Landeshauptstadt Stuttgart – AwS*) é uma das principais normativas e aborda sobre todo o processo de gestão, tais como a eliminação de resíduos como instituição pública, definições, obrigações, recipientes e contentores para resíduos, coleta e transporte, cobranças de taxas, entre outros.

Os regulamentos de Stuttgart relacionados aos resíduos sólidos são:

- 7/6 – Regulamentos de funcionamento e utilização dos pontos de recolha de resíduos verdes
- 7/7 – Estatuto de funcionamento da AWS
- 7/9 – Estatuto sobre a cobrança de despesas de habitação (*Hausgeschaefte – HGS*)
- 7/14 – Regulamento de funcionamento e utilização dos centros de recepção de resíduos volumosos e recicláveis e dos pontos de recolha e transferência de resíduos eletroeletrônicos.
- 7/15 – Regulamentos operacionais do aterro Einöd em Stuttgart-Hedelfingen

Conforme o Estatuto da AWS "*Betriebssatzung für den Eigenbetrieb*

Abfallwirtschaft Stuttgart (AWs)” a cidade de Stuttgart possui um conselho local e um comitê de gerenciamento de resíduos. Enquanto o Conselho Municipal decide sobre as questões relativas ao funcionamento, objetivos, tarefas e serviços da AWS, o Comitê de gerenciamento de resíduos atua na decisão sobre assuntos técnicos junto à Comissão do meio Ambiente e Tecnologia (*Ausschuss für Umwelt und Technik*).

A criação de comitês, semelhantes ao existente em Stuttgart, podem agir positivamente em Araucária, principalmente no que se refere ao baixo efetivo municipal na gestão dos resíduos sólidos.

O Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) da cidade de Araucária criado pela Lei Municipal nº2277/2010, permite no Art. 13 a formação de comissões técnicas com a finalidade de examinar questões específicas do meio ambiente, de foro próprio, público ou privado. Entretanto apesar da permissão contida em lei, Araucária não possui nenhuma comissão técnica em questões ambientais.

Diversas cidades brasileiras possuem câmaras técnicas, tal como o caso do Rio de Janeiro, que por meio do Conselho Municipal de Meio Ambiente (CONSEMAC), criou a Câmara Setorial Permanente de Gestão de Resíduos, e da cidade de Campo Grande, que possui a Câmara Técnica de Resíduos Sólidos.

As câmaras técnicas aliadas a Conselhos Municipais podem, dependendo da redação de sua resolução, atuar na proposição de normas, padrões, emissão de pareceres em processos administrativos e instituição de grupos de trabalhos para tomadas de decisões.

4.2.4 Separação e acondicionamento

Tanto no Brasil, quanto na Alemanha, a etapa de acondicionamento dos resíduos domiciliares, que antecede à etapa de coleta, é executada pela população. Esta etapa inicia dentro das residências onde os resíduos devem ser acondicionados em recipientes adequados e, vai até a colocação dos recipientes no local, dia e horário previsto para a coleta. Assim aumenta-se a qualidade do serviço de coleta, pois o correto acondicionamento dos resíduos faz com que sejam evitados acidentes com as pessoas envolvidas no processo de coleta e destino final, e sua destinação em dia/local adequado evita a proliferação de vetores e minimiza efeitos visuais e olfativos desagradáveis.

O acondicionamento adequado dos resíduos sólidos, o sistema de coleta e transporte planejado e os diversos serviços complementares de limpeza urbana devem ser realizados com qualidade e produtividade, a mínimo custo.

Em ambos países, os resíduos sólidos devem ser acondicionados em embalagens que atendam aos requisitos de acondicionamento local e estático dos resíduos. O correto acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador, porém a administração municipal deve exercer funções de regulamentação, educação e fiscalização.

O acondicionamento correto dos resíduos sólidos ajuda a evitar acidentes com materiais infectantes e cortantes, proliferação de insetos e animais indesejáveis e perigosos e melhora o impacto visual e olfativo.

A etapa de acondicionamento é de responsabilidade do gerador (população em geral) e a municipalidade atua disciplinando e fiscalizando, através de legislação específica. Neste sentido, no tocante a esta etapa, podemos citar em Araucária o Código de Obras e de Posturas Lei Nº 2159/2010.

Por meio desta lei, os munícipes são orientados a separar os resíduos em 3 diferentes partes de acordo com a destinação: resíduos orgânicos e rejeitos, recicláveis e os resíduos especiais. Os resíduos orgânicos devem ser compostos de restos de alimentos, tais como frutas, verduras, ossos e carnes. A normativa técnica CONAMA 275/2001 solicita neste caso que o acondicionamento seja realizado em recipientes na coloração marrom, entretanto na maioria das residências os recipientes variam de coloração de acordo com a preferência do morador. Os rejeitos são compostos por papéis sanitários, absorventes, fraudas, entre outros.

Os resíduos recicláveis são os recipientes e embalagens não utilizadas, papéis, plásticos, latinhas de alumínio, vidros e quaisquer materiais que não sejam orgânicos e nem possuam características químicas ou compostos perigosos.

Os resíduos orgânicos, rejeitos e reciclados para serem coletados pelo serviço público de coleta, devem ser colocados em um recipiente na área externa das residências, em local de fácil acesso, que permita o manuseio de certa quantidade acumulada, sendo a forma de acondicionamento determinada pela quantidade, composição, tipo de coleta e frequência.

Em Araucária atualmente não há um padrão de contentores de resíduos a serem colocados exteriores da edificação e nem definição de sua correta localização na área urbana. Entretanto a Lei Municipal nº 2159/2010 solicita que estes não

devem impedir ou dificultar a movimentação da população nas áreas de passeio. Deste modo, a cidade conta com diferentes formas de acondicionamento de resíduos conforme a FIGURA 7.

FIGURA 7 - RECIPIENTES DE ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS



FONTE: o autor (2017)

As lixeiras A e B são comumente utilizadas para domicílios únicos e ficam localizadas no passeio público próximo as vias de acesso. Possuem a vantagem de serem de baixo custo e práticas e a desvantagem de deixarem os resíduos à mercê das mudanças climáticas e por facilitar o acesso de animais.

Os recipientes C, D e E são geralmente utilizados por comércio, locais de prestação de serviços e conjuntos domiciliares. Esses acondicionadores muitas vezes são utilizados de forma coletiva e permitem a separação de resíduos em convencionais e recicláveis. A desvantagem da adoção deste contentor é seu valor elevado se comparado aos anteriores e a necessidade de um espaço maior na área externa da edificação.

Em Stuttgart o armazenamento dos resíduos gerados diariamente é realizado em contêineres ou coletores específicos para cada tipo de material, disponíveis por unidade residencial cadastrada no órgão administrador de Stuttgart, pelo *Abfallwirtschaft Stuttgart (AWS)*. Existe uma padronização por cor de coletores de acordo com o tipo de resíduo estocado, o papel e papelão são guardados nas lixeiras de cor verde, já os materiais orgânicos pertencem às lixeiras de cor marrom, o resíduo residual na cor preta ou cinza escura, e as embalagens de plástico ou cartonadas nos sacos amarelos (*gelber Sack*). O QUADRO 10 exemplifica os

diferentes tipos de resíduos domésticos classificados para os padrões das cores de contêineres.

O volume dos coletores adquiridos pelo cidadão é feito de acordo com a demanda necessária, para que o resíduo fique devidamente estocado, até que possa ser recolhido frequentemente de acordo com a solicitação firmada com a *Abfallwirtschaft Stuttgart (AWS)*. Os tamanhos dos contêineres para os resíduos de cozinha são de 60L, 120L, 240L e 1,1m³, enquanto os recipientes verdes para o papel são de 120L, 240L e 1,1m³. Por fim, para os resíduos orgânicos nas caixas marrons, os volumes são 60L, 120L e 240L (AWS, 2018).

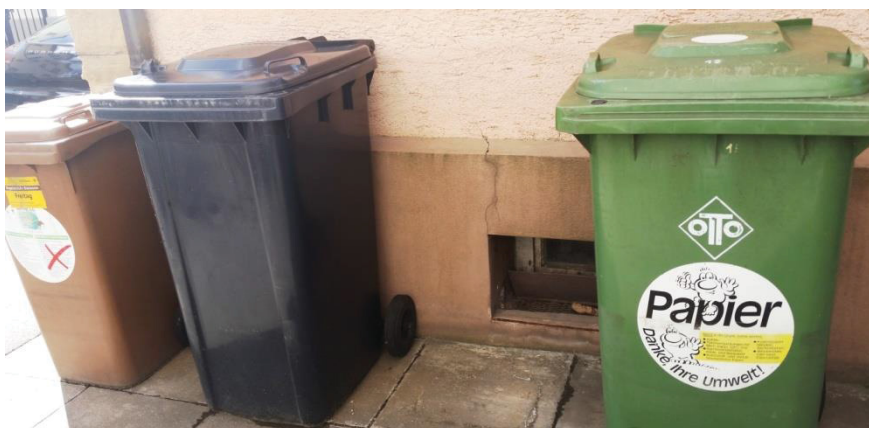
QUADRO 10 – TIPOS DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS E ACONDICIONAMENTO POR PADRÃO DE COR DE COLETOR

Resíduo	Exemplos	Cor padrão do coletor
Residual	Cinza, artigos higiênicos (fraldas, lenços), varreduras, recortes de papel de parede, sacos de aspirador, objetos de uso diário feito de plástico e metais (brinquedos, escova de dentes, balde), etc.	Preta/ cinza
Orgânico	Sobras de alimentos, filtros de café e chá, resíduos de jardim (grama, mudas de plantas, flores, feno, palha), etc	Marrom
Papel e papelão	Livros, revistas, jornais, catálogos, correspondência, brochuras, cartão, etc	Verde
Embalagem	Materiais compostos (Tetra Pak), plásticos, metais e outros materiais de embalagem recolhidos pelo <i>DSD – Duales System Deutschland</i>	Amarelo
Vidro	Frascos de vidro (jarras de conserva), garrafas (bebidas)	Contêiner específico de acordo com a cor do vidro

Fonte: Adaptado de AWS.

As FIGURA 8 e FIGURA 9 ilustram os coletores para armazenamento de resíduos em uma residência na cidade de Stuttgart.

FIGURA 8 – LIXEIRAS DE ARMAZENAMENTO NA CIDADE DE STUTTGART



Fonte: O autor (2018).

FIGURA 9 – LIXEIRAS COM SACO AMARELO PARA ARMAZENAMENTO DE EMBALAGENS



Fonte: O autor (2018).

Em Stuttgart os resíduos de embalagens, como já apresentado anteriormente, são armazenados em sacos amarelos. Nesse caso, em relação à distribuição, coleta e descarte dos sacos amarelos para acondicionamento de embalagens usadas, a empresa responsável é a contratada *Schaal + Müller GmbH & Co. K.* No qual, a companhia pública faz uma contratação de serviços para a gestão exclusivamente dos resíduos de embalagens, como por exemplo, pacotes de alumínio, latas de conserva e refrigerante, embalagens plásticas, de materiais compostos (Tetra Pak), caixa de suco, etc. Em Stuttgart, a venda e distribuição dos sacos amarelos são registradas pela prefeitura e feitas em pontos específicos

espalhados na cidade, assim, pode-se haver melhor controle desse contentor de embalagens recicláveis (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART ABTEILUNG KOMMUNIKATION, 2018).

Já para os resíduos a base de vidro são classificados e acondicionados de acordo com a cor do recipiente, podendo ser separados em vidro transparente, de cor marrom e de cor verde, a qual engloba as outras tonalidades de vidro também. Assim, esses contêineres, são depositados em mais de 300 postos de entrega voluntária espalhados pela cidade, como mostra a (FIGURA 10).

FIGURA 10 - CONTEINERS PARA RESÍDUOS DE VIDRO NA CIDADE DE STUTTGART



FONTE: O AUTOR (2018).

Em Araucária os resíduos especiais devem ser acondicionados dentro dos domicílios e encaminhados para duas diferentes destinações: os Postos de Entregas Voluntárias (PEVs) e/ou deve ser feita a solicitação à Prefeitura Municipal perante o preenchimento de ordem de serviço de coleta especial.

Os Postos de Entregas Voluntárias – PEVs possuem o objetivo de prevenir a contaminação de resíduos orgânicos e recicláveis com produtos oleosos e separar de forma adequada os resíduos domiciliares que necessitam de tratamento e destinação especial.

Os PEVs são grandes recipientes de metal que possuem repartimentos internos para armazenamento de lâmpadas, pilhas, baterias e óleo de fritura. A FIGURA 11 corresponde ao PEV instalado na Unidade de Conservação Municipal Parque Cachoeira.

FIGURA 11 – POSTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA EM ARAUCÁRIA



FONTE: o autor (2017).

Em Stuttgart os resíduos gerados esporadicamente em um volume de no máximo 5 Litros e enquadrados como Resíduos Perigosos também devem ser acondicionados para coleta. Para isso, o órgão administrador local dispõe de um sistema de coleta móvel desses resíduos nas residências. Ou seja, o cidadão aciona o contato da companhia para que este venha buscar o resíduo, a exemplo de produtos químicos, tintas, resinas, medicamentos, solventes, pesticidas, entre outros (HASSELWANDER, 2015). A FIGURA 12 mostra o interior do veículo no qual são acondicionados esses resíduos em tambores.

FIGURA 12 – INTERIOR DO VEÍCULO DE COLETA DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM STUTTGART



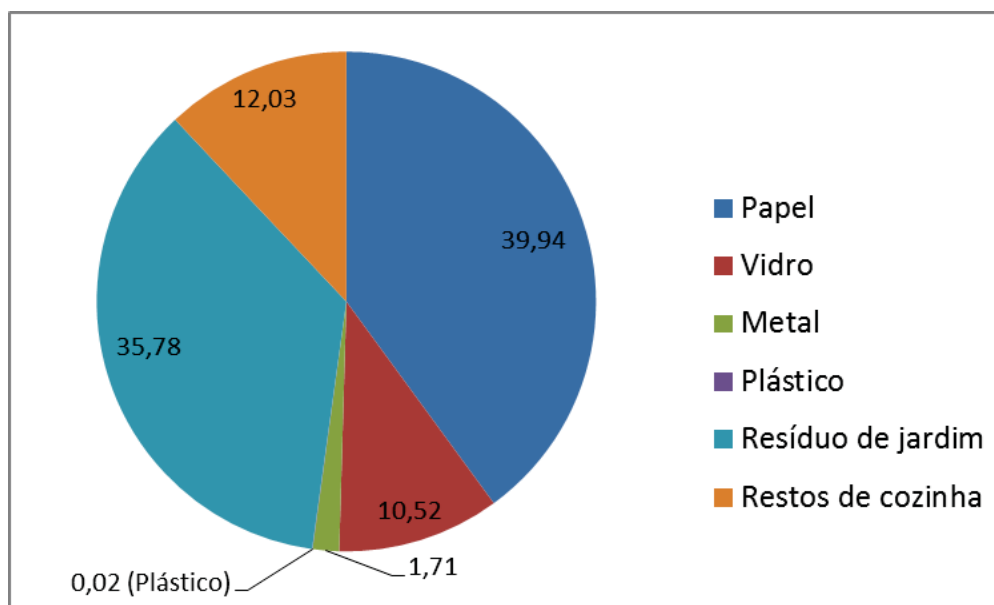
FONTE: HASSELWANDER (2015).

A separação e descarte de pilhas e baterias também pode ser feita por meio dos veículos de coleta ou através da entrega voluntária, onde o cidadão deposita o resíduo em caixas propriamente identificadas disponíveis em estabelecimentos comerciais.

Havendo separação dos materiais na fonte geradora, de modo geral, pelas residências, é possível o reaproveitamento material ou energético do resíduo nas etapas que se seguem.

O GRÁFICO 6 apresenta a composição dos resíduos domiciliares recicláveis e orgânicos no ano de 2014, em Stuttgart. O gráfico mostra que uma grande parcela de resíduos pode ser reciclada como é o caso do papel (39,9%) e do vidro (10,5%). Enquanto que a outra grande parte se refere à geração de resíduos de jardim (35,8%).

GRÁFICO 6 – COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS E ORGÂNICOS EM STUTTGART (2014)



FONTE: SCHWARZ et al. (2016).

Diferentemente de Stuttgart, a cidade de Araucária não possui dados de composição de resíduos sólidos municipais atualizados anualmente. Realizar um estudo de composição gravimétrica com dados qualitativos e quantitativos é de suma importância para avaliação de alternativas tecnológicas de tratamento.

4.2.5 Coleta e transporte

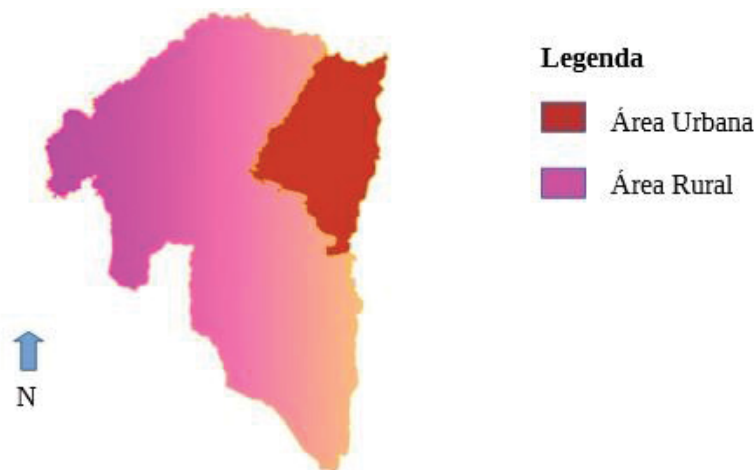
Segundo a norma NBR 12980 (ABNT, 1993) no Brasil os diferentes tipos de coleta são definidos da seguinte maneira: coleta domiciliar (convencional e seletiva) consiste na coleta dos resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviço, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente; Coleta de resíduos provenientes de varrição de ruas, praças, calçadas e demais equipamentos públicos; entre outros.

Em Araucária a coleta seletiva dos resíduos sólidos é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papel, vidro, metal e plástico e materiais “orgânicos”, previamente separados na fonte geradora. As coletas desse tipo de resíduos são realizadas de acordo com um programa pré-estabelecido.

Primeiramente a cidade de Araucária foi dividida conforme FIGURA 13 entre o ambiente urbano e o rural, sendo que ambas possuem uma coleta com rota e periodicidade própria. Com base nos dados do último censo demográfico realizado pelo IBGE a região urbana do município possui 32.832 domicílios e a rural 2.686 domicílios (IBGE, 2010).

A escolha da rota de coleta foi feita mediante análise da geografia espacial, das disposições das ruas e da capacidade de armazenamento de resíduos visando otimizar o gasto de combustível e diminuir o tempo de serviço dos operadores, de modo a tornar coleta o mais eficiente possível.

FIGURA 13 – DIVISÃO DE ARAUCÁRIA PARA A COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

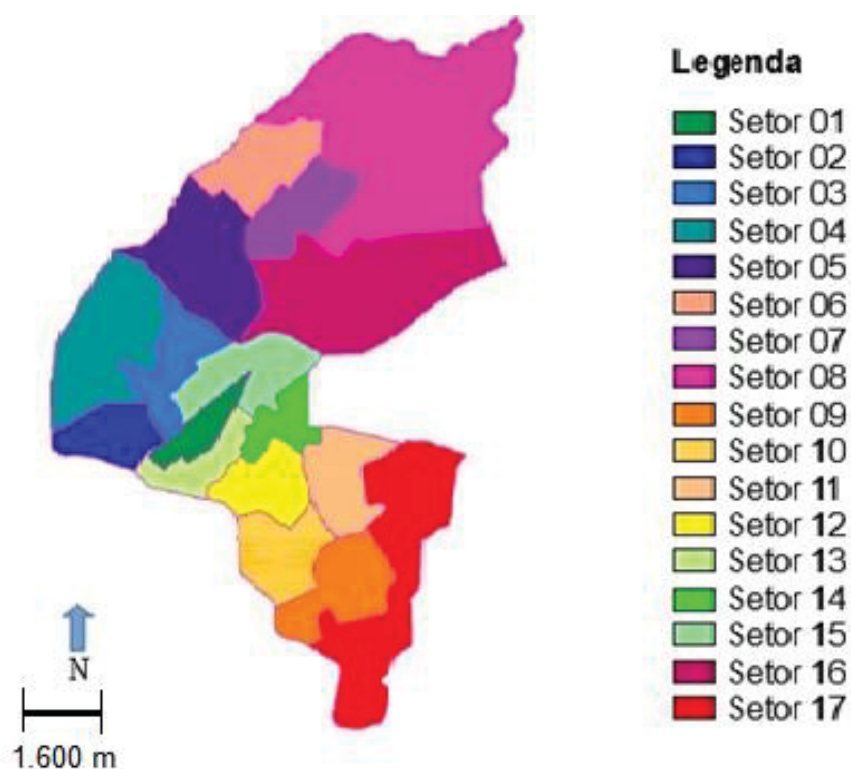


FONTE: Adaptado de SMMA, 2015.

Outro fator que exigiu uma separação das rotas de coletas é que a região sul da área urbana do município é totalmente circundada pelo Rio Iguaçu e Rio Barigui dificultando a passagem dos caminhões uma vez que não existe nenhuma ponte que permita o acesso para a área rural.

Para potencializar a coleta de resíduos porta-a-porta a zona urbana foi dividida em pequenos setores de coleta conforme a FIGURA 14. Levando em conta o potencial dos resíduos orgânicos em se degradar e emitir odores foi decidido que tais resíduos necessitam de uma coleta com frequência maior e com um tipo de caminhão diferenciado dos resíduos recicláveis.

FIGURA 14 – SETORIZAÇÃO DE COLETA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS



FONTE: Adaptado de SMMA (2015).

A região central de Araucária onde existe um maior fluxo de pessoas devido às atividades de comércio e serviço localiza-se no Setor 01, caracterizado pela cor verde escura. Este setor é o único que possui uma coleta diária, de segunda-feira a sábado, de resíduos orgânicos.

Essa frequência se faz necessária pelo grande volume de resíduos orgânicos gerados por restaurantes, panificadoras, lanchonetes e áreas afins. Leva-se em conta também a questão estética e odorífica do local que pode ser desfavorecida com acúmulos de resíduos na área pública. As demais frequências de coleta estão contidas no QUADRO 11.

QUADRO 11 – FREQUENCIA DE COLETA DE RESIDUOS ORGÂNICOS EM ARAUCARIA

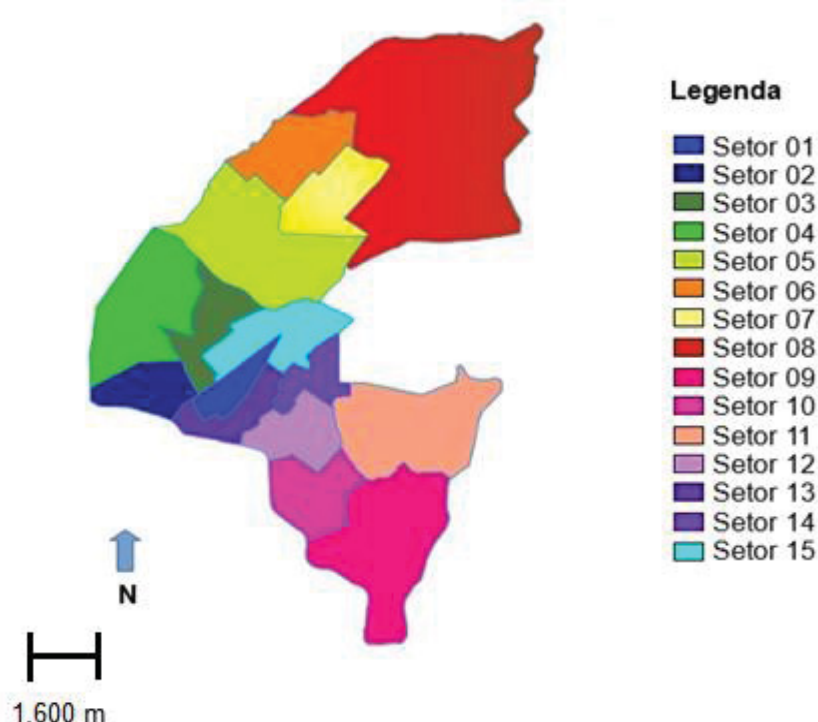
Setor de Coleta	Frequência	Período / Horário
1	Diário - Segunda a Sábado	Noturno - 18:00 às 02:20 hrs
2, 3, 4 e 5	3 vezes semanais - Segundas, Quartas e Sextas	Noturno - 18:00 às 02:20 hrs
6,7, 8 e 16	3 vezes semanais - Segundas, Quartas e Sextas	Diurno - 07:30 às 15:50 hrs
9, 10, 12 e 17	3 vezes semanais - Terças, Quintas e Sábados	Diurno - 07:30 às 15:50 hrs
11, 13, 14 e 15	3 vezes semanais - Terças, Quintas e Sábados	Noturno - 18:00 às 02:20 hrs

FONTE: SMMA (2015)

Ao realizar uma avaliação das frequências de coletas apresentadas percebe-se que todas as regiões próximas a área central do município possuem horários noturnos. Traduz-se essa característica pelo fato de as ruas portarem menores fluxos automotivos, visto que os caminhões por muitas vezes necessitam fazer manobras e manter uma velocidade baixa. Tais atividades em período diurno, em horário de grande movimentação populacional, poderiam provocar pontos de congestionamento.

A FIGURA 15 mostra a setorização para a coleta de resíduos recicláveis. Diferentemente do resíduo orgânico, que tem um tipo de caminhão compactador exclusivo, os resíduos de papel, plástico, embalagens, entre outros, são colocados misturados em caminhão baú de coleta pública.

FIGURA 15 – SETORIZAÇÃO DA COLETA URBANA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS EM ARAUCÁRIA



FONTE: Adaptado de SMMA, 2015.

QUADRO 12 – FREQUENCIA DE COLETA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS EM ARAUCÁRIA

Setor	Frequência	Período / Horário
1	2 vezes semanais – Terças e sextas	Diurno 7:30 às 15:50 hrs
14 e 15	1 vez semanal – Segundas	
2, 4 e 8	1 vez semanal – Terças	
10, 11 e 12	1 vez semanal – Quartas	
3 e 5	1 vez semanal – Quintas	
9 e 13	1 vez semanal – Sextas	
6 e 7	1 vez semanal – Sábados	

FONTE: SMMA (2015)

A coleta especial consiste em recolher os resíduos que não são recolhidos regularmente, tais como, eletroeletrônicos de uso doméstico, mobiliários e restos de podas de árvore. Ela deve ser programada para onde e quando houver resíduos a serem removidos por meio do preenchimento presencial ou por telefone de uma ordem de serviço.

Diferentemente de Araucária, em Stuttgart não se tem um mapa com a rota e os setores de coleta definida, pois a periodicidade de coleta é definida pelo interesse do gerador.

Os resíduos dos coletores cinza são recolhidos a cada duas semanas ou semanalmente em Stuttgart, enquanto o papel disposto no coletor verde é coletado a cada três semanas. A AWS faz o serviço completo para a coleta de resíduos dos contêineres cinza e verde, isso significa que os funcionários pegam os contêineres no local em que estão localizados na propriedade e os trazem de volta após o esvaziamento do material no caminhão. A coleta de resíduos orgânicos é realizada semanalmente, onde as lixeiras marrons são esvaziadas em serviço parcial, o que significa que o proprietário deve levar o contêiner para fora da residência no dia da coleta para ser esvaziado pelos funcionários da companhia. Já a logística de recolhimento dos sacos amarelos é realizada a cada 3 semanas (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART STADTKÄMMEREI, 2018). Em Stuttgart não há a necessidade de uma coleta diária pois as baixas temperaturas atrasam a decomposição do material orgânico. A TABELA 2 mostra a frequência de coleta para cada volume e tipo de resíduo e a “taxa do lixo” pago pelo proprietário do imóvel para a aquisição das lixeiras inerente ao serviço de gestão.

TABELA 2 – FREQUENCIA DE COLETA E TAXA ANUAL PAGA PELO SERVIÇO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM STUTTGART

Resíduo	Volume da lixeira	Frequência de coleta	Taxa Anual (Euro/ano)	
			2017	2018
Residual	60 L	a cada 2 semanas	99,0	103,2
	120 L	a cada 2 semanas	183,6	192,6
	240 L	a cada 2 semanas	327,0	342
	120 L	Semanalmente	386,4	404,4
	240 L	Semanalmente	687,0	718,2
	1.100 L	Semanalmente	2098,8	2193,6
Orgânico	60 L	semanalmente	42	42
	120 L	Semanalmente	82,2	82,2
	240 L	Semanalmente	156,6	156,6
Papel e papelão	120 L	a cada 3 semanas	0	0
	240 L	a cada 3 semanas	0	0
	1.100 L	a cada 3 semanas	0	0

FONTE: LANDESHAUPTSTADT STUTTGART STADTKÄMMEREI (2018).

Em Stuttgart, o método de cobrança da tarifa sobre o serviço de coleta e destinação dos resíduos baseia-se no volume dos contêndores de resíduo adquirido anualmente, aliado ao tipo de resíduo (orgânico, residual ou reciclável) e frequência de coleta (semanal, a cada duas ou três semanas). O princípio de equivalência é feito para o valor cobrado, onde ele deve ser adequado para o serviço prestado e o equilíbrio financeiro deve ser considerado. Como setor público, a AWS não pode obter lucro, no entanto, coberturas adicionais são levadas em conta para o propósito de manutenção e melhorias de serviços. Os valores e condições de pagamento são estipulados no Estatuto sobre Cobranças de Taxas de Habitação de Stuttgart (Hausgebührensatzung – HGS).

Os resíduos de grande porte como móveis usados ou entulhos de pequenas reformas, entre outros materiais reutilizáveis como aparelhos eletrônicos, roupas, rolha de vinho e até pilhas podem ser entregues ao veículo da companhia que vai até o local recolher quando solicitado. A FIGURA 16 mostra o veículo que recolhe os resíduos reutilizáveis.

FIGURA 16 – VEICULO DE RECOLHA DE RESÍDUOS REUTILIZAVEIS EM STUTTART



FONTE: O AUTOR (2018).

4.2.6 Valorização por reciclagem

A cidade de Araucária conta com um programa de separação e reciclagem dos materiais recicláveis (Papel/Plástico/Metal/Vidro). Os recicláveis são recolhidos pelo caminhão do município e encaminhados ao Centro de Processamento e Transferência de Materiais Recicláveis (CPTMR), local gerenciado pela Associação dos Catadores de Araucária – RECICLAR em parceria com o município onde são separados de acordo com o tipo, cor e características e comercializados para empresas recicladoras.

Sob o lema “Reciclagem e inclusão social dos catadores: compromisso com as gerações futuras e com o desenvolvimento sustentável” trabalham atualmente cerca de 30 associados em diferentes funções.

A FIGURA 17 mostra a visão externa da CPTMR que fica localizado na Rua Iolando Zanardine Camargo, nº 42 no Bairro Tindiquera. A edificação possui cobertura nas áreas de recebimento, separação e acondicionamento, laterais fechadas e com piso concretado.

FIGURA 17 - CENTRO DE PROCESSAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM ARAUCÁRIA



Fonte: o autor

Ocupando uma área útil de 2.270 m² possui áreas de descarregamento dos caminhões, triagem dos materiais feita de forma manual em esteiras, uma área de prensas e enfardamentos, local de balança para verificação do peso dos materiais, baias de armazenamento dos materiais já separados, área de reutilização e

artesanato em vidros e as demais instalações organizacionais tais como escritório, cozinha e banheiros.

Todo o material que chega ao local é diretamente depositado no interior da edificação para separação. Não existe uma pesagem dos caminhões na entrada e na saída do estabelecimento, dificultando assim a identificação da quantidade de material que chega para triagem.

Ao ser depositado no chão os resíduos são encaminhados manualmente para a alimentação das esteiras de triagem. Nas esteiras as embalagens de acondicionamento, tais como sacos e caixas, são abertas e todo o resíduo é disposto para separação. A FIGURA 18 apresenta uma das duas esteiras mecanizadas disponíveis. Ao lado destas ficam os *Big Bags* que são contentores de grande volume, geralmente confeccionados com tecidos de polipropileno, utilizados para armazenamento dos diferentes tipos de resíduos que chegam ao local.

FIGURA 18 – ESTEIRA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM ARAUCÁRIA

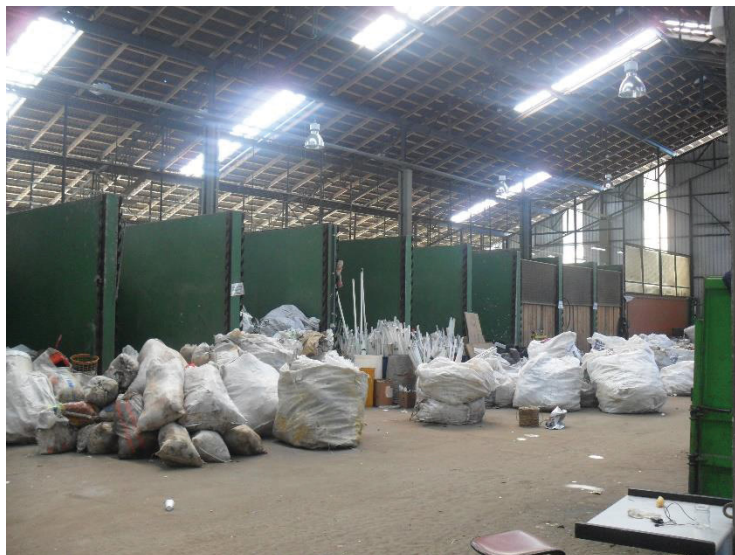


FONTE: o autor (2017)

Cada um desses *big-bags* possui um tipo de detrito e, de forma ágil, os funcionários separam visualmente os resíduos misturados que chegam pela esteira e depositam nos seus devidos contentores. Os resíduos recicláveis são separados em mais de 43 grupos englobando uma grande variedade de tipos de papel, plásticos, metais, vidros, entre outros. Além da composição, os resíduos também são diferenciados pela sua qualidade, por exemplo, o papel/papelão limpo, o de terceira qualidade (coloridos e picados) e o contaminado.

Materiais como eletroeletrônicos, lâmpadas fluorescentes e sucatas em geral são classificados e armazenados em baias que ficam na lateral da área de esteiras mecânicas. Essas baias permitem a retriagem e o armazenamento dos resíduos de forma organizada uma vez que são separadas por paredes umas das outras, de acordo com a FIGURA 19.

FIGURA 19 – BAIAS DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS EM ARAUCÁRIA



FONTE: o autor (2017)

Após serem separados a maioria dos resíduos comercializáveis são pesados, prensados e organizados na forma de fardos. Conforme o Plano de Saneamento Municipal (2015) os equipamentos de balança, prensa e empilhadeiras foram adquiridos pela Prefeitura por meio de uma parceria feita com a FUNASA e encontram-se a disposição dos funcionários do CPTMR.

Ao final os materiais separados são comercializados para empresas de reciclagem. A TABELA 3 apresenta os tipos de resíduos, a quantidade comercializada e o preço de venda dos produtos. Os dados disponíveis referem-se a um período de 15 dias do mês de outubro de 2017.

Muitos dos resíduos que chegam ao centro de triagem não são separados por não possuírem interesse ou mercado para a venda e são encaminhados ao aterro sanitário do consórcio ao qual o município faz parte. Junto a esses resíduos também se encontram materiais orgânicos e papéis sanitários que não foram separados adequadamente no local de geração e que, portanto, deveriam ser colocados no resíduo convencional e encaminhados diretamente ao aterro sanitário.

TABELA 3 – RESÍDUOS COMERCIALIZADOS PELA CTPMR (Dezembro de 2018)

Material	Quantidade (kg)	Preço (R\$/kg)	Total R\$
Papelão	13.760,0	R\$ 0,52	R\$ 7.155,20
Papel Branco	4.380,0	R\$ 0,58	R\$ 2.540,40
Papel Terceira	5.500,0	R\$ 0,22	R\$ 1.210,00
Revista	580,0	R\$ 0,25	R\$ 145,00
Tetra Pak	2.130,0	R\$ 0,25	R\$ 532,50
Ráfia	291,0	R\$ 0,12	R\$ 34,92
Copinho PS	1.070,0	R\$ 0,50	R\$ 535,00
PET Geral	997,0	R\$ 1,80	R\$ 1.794,60
PET Cristal	1.297,0	R\$ 1,80	R\$ 2.334,60
PET Miolo	254,0	R\$ 0,50	R\$ 127,00
PET óleo	385,0	R\$ 0,50	R\$ 192,50
Garrafinha branca	1.566,0	R\$ 1,10	R\$ 1.722,60
Garrafinha colorida	1.203,0	R\$ 1,00	R\$ 1.203,00
Balde/bacia	1.882,0	R\$ 0,50	R\$ 941,00
Cano PVC	740,0	R\$ 0,50	R\$ 370,00
PS Seco	780,0	R\$ 0,25	R\$ 195,00
Plástico misto	4.538,0	R\$ 0,60	R\$ 2.722,80
Plástico cristal	1.930,0	R\$ 1,20	R\$ 2.316,00
PP mineral	296,0	R\$ 1,10	R\$ 325,60
PP margarina	278,0	R\$ 0,50	R\$ 139,00
PP colorido	150,0	R\$ 0,25	R\$ 37,50
Panela	59,4	R\$ 6,00	R\$ 356,40
Perfil	36,4	R\$ 6,00	R\$ 218,40
Latinha	319,8	R\$ 4,20	R\$ 1.343,16
Alumínio Duro	46,4	R\$ 3,50	R\$ 162,40
Alumínio Mole	104,3	R\$ 4,50	R\$ 469,35
Inox Ferroso	110,8	R\$ 0,60	R\$ 66,48
Antimônio	8,8	R\$ 5,00	R\$ 44,00
Cobre Mel	20,4	R\$ 19,00	R\$ 387,60
Cobre Misto	29,2	R\$ 18,00	R\$ 525,60
Cobre Sujo	193,8	R\$ 6,20	R\$ 1.201,56
Fio II	41,2	R\$ 1,00	R\$ 41,20
Sucata	4.370,0	R\$ 0,45	R\$ 1.966,50
Vidro caco	4.500,0	R\$ 0,08	R\$ 360,00
Bateria	6,2	R\$ 3,70	R\$ 22,94
Reator	134,8	R\$ 1,40	R\$ 188,72
Celular	5,8	R\$ 12,00	R\$ 69,60
Bijuteria	4,0	R\$ 10,00	R\$ 40,00
Motor			
TOTAL	54.058,8		R\$ 34.103,03

FONTE: Associação RECICLAR (2018)

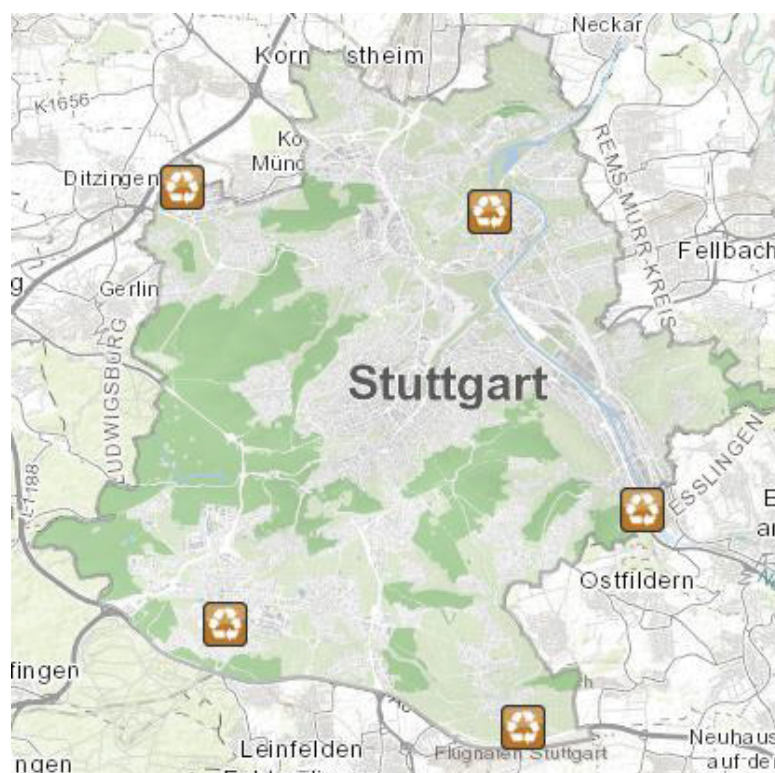
Na RECICLAR não existe a pesagem e o controle de resíduos que entram e saem pelos caminhões da coleta pública. Entretanto, o PMSB estima que cerca de 30% do que chega na associação é encaminhado ao aterro sanitário (ARAUCÁRIA, 2015). Este rejeito é geralmente composto por materiais que, por estarem contaminados, tornam-se inviáveis para o mercado da reciclagem. Faz-se necessário então ações de educação ambiental para com a comunidade, no tocante à separação adequada dos resíduos.

Em Araucária a Secretaria Municipal de Meio Ambiente por meio do Departamento de Educação Ambiental é responsável por repassar a informação aos usuários sobre a forma de separação de resíduos sólidos. Em verificação á forma de repasse de informação, foi constatado diversos panfletos, cartilhas e pôsteres sobre os resíduos sólidos que descrevem uma separação em resíduos orgânico, plástico, papel, metal, vidro e rejeito, por cores de coletores. Essa forma de separação, mesmo sendo correta não reflete na legislação municipal e nem na forma de gestão dos materiais, uma vez que estes são novamente misturados na coleta. Da mesma forma não foi encontrada informação completa de para onde vai os resíduos sólidos em nenhum dos materiais de educação ambiental distribuídos. A Associação Reciclar aparece citada em alguns panfletos, porém não foi encontrado informação sobre a destinação do material que é aprovado e nem rejeitado para reciclagem. Também não foi identificado nenhuma meta de melhoramento.

Em Stuttgart, existem 5 centros de reciclagem e entrega voluntária disponíveis pela AWS espalhados pela cidade, onde os cidadãos podem trazer seus materiais de reciclagem, tais como: garrafas de vidro, papel e cartão, aparelhos eletrônicos e elétricos e equipamentos, resíduos volumosos, etc. em (AWS, 2018). A FIGURA 20 apresenta a localização das estações de materiais recicláveis.

Os resíduos coletados pelo saco amarelo são reciclados e separados pela empresa ALBA em Stuttgart, onde as frações obtidas são enquadradas nas categorias: alumínio, PE, PP, PS, PET, papel, papel cartão, entre outros (ALBA, 2018). Os materiais são separados e classificados de acordo com a especificação do pedido do cliente, portanto podem variar na qualidade e tamanho do material reciclado. O cliente trata-se de empresas recicladoras que realizam o processamento do material separado em um novo produto.

FIGURA 20 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE RECICLAGEM EM STUTTGART



FONTE: LANDESHAUPTSTADT STUTTGART STADTMESSUNGSAMT (2018).

Na estação de separação de resíduos visitada, a triagem dos resíduos é realizada de forma manual com o uso de esteiras conforme a FIGURA 21.

FIGURA 21 – ESTEIRA DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS EM STUTTGART



FONTE: O Autor (2018).

Ao final do processo, eles são compactados em prensas de alta pressão, formando blocos compactos para facilitar a logística de transporte, como pode ser

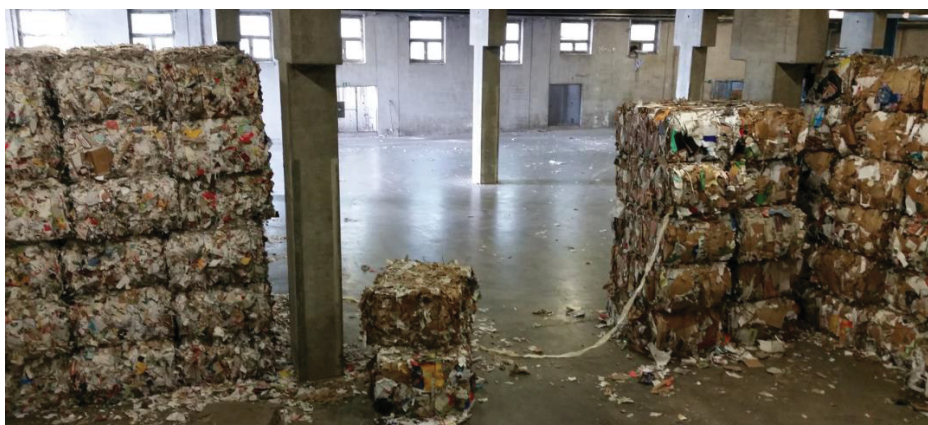
visto na FIGURA 22, onde há blocos de plástico reciclado, e a FIGURA 23 exibe a formação de blocos de papel reciclados.

FIGURA 22 – RESÍDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS EM STUTTGART



FONTE: O Autor (2018).

FIGURA 23 - RESÍDUOS DE PAPEL RECICLADOS EM STUTTGART



FONTE: O Autor (2018).

Na Alemanha, todos os produtores de equipamentos elétricos e eletrônicos são obrigados a se registrar na *EAR - Elektro Altgeräte Register*, que tem como um dos seus objetivos, coletar os produtos pós consumo nos locais de disposição pública, como os centros de reciclagem em Stuttgart. Como o órgão público de gerenciamento de resíduos, a AWS não paga para destinar os eletrônicos usados para EAR, não havendo, portanto, cobrança para a população. Assim, os custos com

dispositivos e equipamentos elétricos e eletrônicos ficam ao encargo do produtor, sendo este também responsável pela coleta desses materiais. A FIGURA 24 mostra o armazenamento de equipamentos elétricos usados em uma estação de reciclagem em Stuttgart.

FIGURA 24 – EQUIPAMENTOS ELETRICOS ESTOCADOS



FONTE: O AUTOR (2018).

Já os materiais reutilizáveis separados nas estações de reciclagem (*Wertstoffhof*) têm destinos diferentes, dependendo do tipo de material. A lista abaixo mostra os itens separados nessas estações, onde o cidadão é quem faz a entrega dos resíduos e é o responsável pelo depósito ao contêiner apropriado, com a orientação dos funcionários da AWS. Os materiais que podem ser entregues são separados nas seguintes categorias (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART ABFALLWIRTSCHAFT STUTTGART, 2018):

- Recipientes de vidro: cores claras, verdes e marrons de garrafa;
- Roupas e tecidos: cobertores, cortinas, toalhas, etc;
- papel e papel cartonado: por ex. Livros, revistas, catálogos, notas, caixas de papelão, etc;
- CD / DVD;
- Dispositivos eletrônicos e elétricos: computador, televisores, fornos, microondas, máquinas de café, refrigeradores, rádios, máquinas de lavar louça, aspiradores, lâmpadas, módulos fotovoltaicos, etc;
- Rolhas de garrafas
- Resíduos volumosos: colchões, armários, cadeiras, tapetes, etc

- Resíduos inflamáveis de obras de renovação: por ex(. Assoalhos de madeira, trilhos de cortina, portas, madeira quadrada)
- Sucata de metal
- Cabos
- Baterias domésticas
- Plástico sem embalagem: baldes, cestos, tigelas, etc.
- Toner e cartuchos de impressora
- Madeira residual não contaminada
- Pequena quantidade de resíduos de cerâmica, argila ou vidro

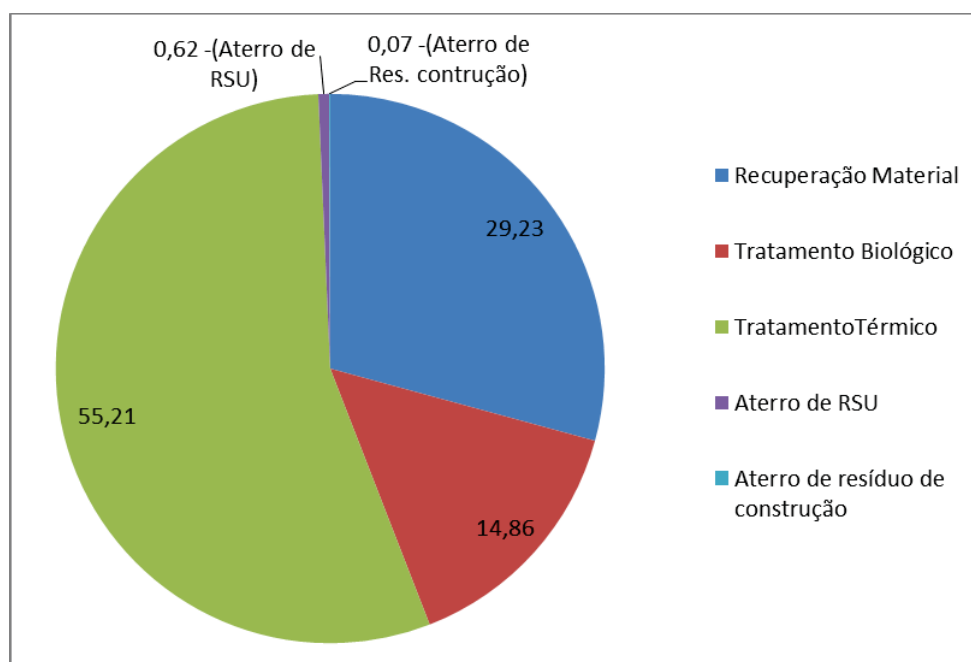
A entrega desses materiais pode ser cobrada ou não, dependendo do tipo e quantidade. Por exemplo, os resíduos volumosos, os resíduos de madeira não contaminados e os resíduos de reforma inflamáveis estão isentos de pagamento com o cartão de registro para um máximo de 3m³ a cada visita à estação de reciclagem, o que é permitido usar duas vezes por ano e são renovados todos os anos. Depois disso, são cobrados 5,00 € por metro cúbico até um montante de 6m³ (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART ABFALLWIRTSCHAFT STUTTGART, 2018).

4.2.7 Destinação e disposição final

Atualmente em Stuttgart, os resíduos sólidos urbanos gerados são parte reutilizada, e parte reciclada materialmente ou energeticamente. Para isso, cada tipo de material é analisado e destinado para estratégias ambiental e técnico-econômicas mais viáveis, conforme o GRÁFICO 7.

O gráfico mostra o destino dos resíduos sólidos urbanos gerados em Stuttgart. Percebe-se que o tratamento térmico por incineração representa a maior parte da destinação dos resíduos, com 55,2%. Na sequência tem-se a recuperação do material pela reciclagem com 29,23% como é o caso do papel, plástico e vidros. Já o tratamento biológico como compostagem e fermentação representam 14,9% da destinação, enquanto uma parcela mínima de 0,62% e 0,07% referem-se ao aterramento de resíduos, estes provenientes de material mineral, inorgânicos e com estabilidade química biológica como é o exemplo de rejeito de reforma e construção civil.

GRÁFICO 7 – DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DOMESTICOS EM STUTTGART (2014)



Fonte: SCHWARZ et. al (2016).

O (QUADRO 13) apresenta um resumo da destinação de cada segmento de resíduos separados nas residências em Stuttgart.

QUADRO 4 – DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DOMICILIARES EM STUTTGART

Resíduo	Acondicionamento	Destinação
Residual	Lixeira preta/cinza	Incineração e aproveitamento energético em EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Orgânico	Lixeira marrom	Tratamento biológico Landkreises Esslingen - Kompostwerk Kirchheim u.T.
Papel e papelão	Lixeira verde	Reciclado por <i>ALBA Stuttgart GmbH</i>
Embalagens	Saco amarelo	Coletado e reciclado por <i>Duale system Deutschland GmbH (DsD)</i>
Vidro	Contêiner em posto de entrega voluntária	Coletado e reciclado por <i>Rhenus Recycling GmbH</i>

Fonte: O autor (2018).

Em Stuttgart e também em Araucária, o sistema de gestão de resíduo sólido urbano funciona de modo integrado, onde a diversos setores da sociedade estão envolvidos: com a participação das pessoas na fase inicial de segregação de RSU na fonte, para que a autoridade de gestão de resíduos possa coletar, processar e dar a destinação adequada dos resíduos com usos tecnológicos viáveis.

Em Araucária há apenas duas destinações dos resíduos sólidos: a reciclagem e o aterro sanitário. Entretanto existem outras formas de destinação que podem ser mais ambientalmente corretas e de maior simplicidade operacional, tal como a compostagem,

4.2.7.1 Aterro sanitário

O município de Araucária faz parte do Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos (CONRESOL), e a destinação dos resíduos da cidade de Araucária que não são reciclados vai para o aterro sanitário da empresa Estre Ambiental localizado em Fazenda Rio Grande, no Paraná.

O aterro denominado Centro de Gerenciamento de Resíduos Iguaçu (CGR - Iguaçu) baseia-se no recebimento de resíduos sólidos para disposição final em Aterro Sanitário. O aterro possui capacidade máxima de recebimento de 75.000 ton/mês de resíduos Classes II-A e II-B de acordo com a NBR 10.004, ou seja, com características inertes e não inertes e não perigosos. Possui uma extensão superficial de 267,5 hectares dos quais 62 são destinados à implantação da infraestrutura do aterro.

O CGR – Iguaçu possui autorização de funcionamento do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), RLO nº 22230, com validade até 2019, para o Aterro sanitário e estruturas de apoio; Unidade de Biorremediação para tratamento de resíduos e solos contaminados; e, Estação de Tratamento de Lixiviados.

O transporte dos resíduos da cidade de Araucária até o Aterro Sanitário da Estre é realizado pela empresa contratada para coleta dos resíduos sólidos. Nos últimos dois anos, três empresas foram responsáveis pela coleta: a Transresíduos (2017), a Sabiá Ecológico (2017/2018) e a Transportec (2018).

Ao chegar no CGR – Iguaçu o caminhão é identificado, pesado e encaminhado para um local de descarte. Apenas caminhões registrados pelos municípios participantes do consórcio tem acesso à área de descarte. A descarga é realizada

em local indicado por operador na frente de serviço em operação, previamente escolhida e dimensionada de acordo com a altura e largura das células de trabalho e o plano de avanço do aterro.

A área de descarte é composta de diversas infraestruturas que objetivas a diminuição do impacto ambiental dos resíduos sólidos, tais como:

a) Impermeabilização da Base - abaixo do local de descarte de resíduos existe uma manta de impermeabilização de base composto por um uma geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com dois milímetros de espessura. A instalação de impermeabilização de base é importante para impedir que o lixiviado contamine o solo e as águas subterrâneas e para facilitar a drenagem e captação do líquido percolado (chorume).

b) Drenagem de líquidos lixiviados - há um sistema de drenos e coletores internos para a coleta e condução dos líquidos lixiviados até o tratamento. Este sistema é formado por drenos principais, secundários e periféricos sobre a impermeabilização de base em forma de espinha de peixe em declive. A construção dos drenos é realizada de acordo com o avanço da disposição dos resíduos nas frentes de trabalho.

c) Drenagem de gases - drenos verticais com cerca de 50 metros de distância entre si, são distribuídos na massa dos resíduos com o objetivo de coletar os gases formados pela decomposição anaeróbia da fração orgânica. Na saída de alguns drenos são instalados *flares* para a queima de gases gerados no aterro sanitário caso seja necessário. Há também uma instalação de uma usina de bioenergia com seis motores para a geração de energia com capacidade para gerar 8,4 megawatts de energia, suficiente para abastecer 30.000 residências, em torno de 100 a 120 mil habitantes. Antes do processo de produção de energia o gás coletado passa por um processo de filtragem, controle de temperatura e regulação. Depois de produzida a energia é encaminhada para uma subestação, transformada de alta tensão para baixa tensão e distribuída pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL).

d) Recobertura das células - após o despejo dos resíduos é realizada a compactação do resíduo com o auxílio de tratores de esteira no sentido ascendente, formando uma rampa. Ao final uma camada de 20cm de solo é colocado para recobrir a massa. Após o preenchimento de toda a célula a superfície é recoberta por um metro de solo compactado, constituindo uma base para o plantio de grama.

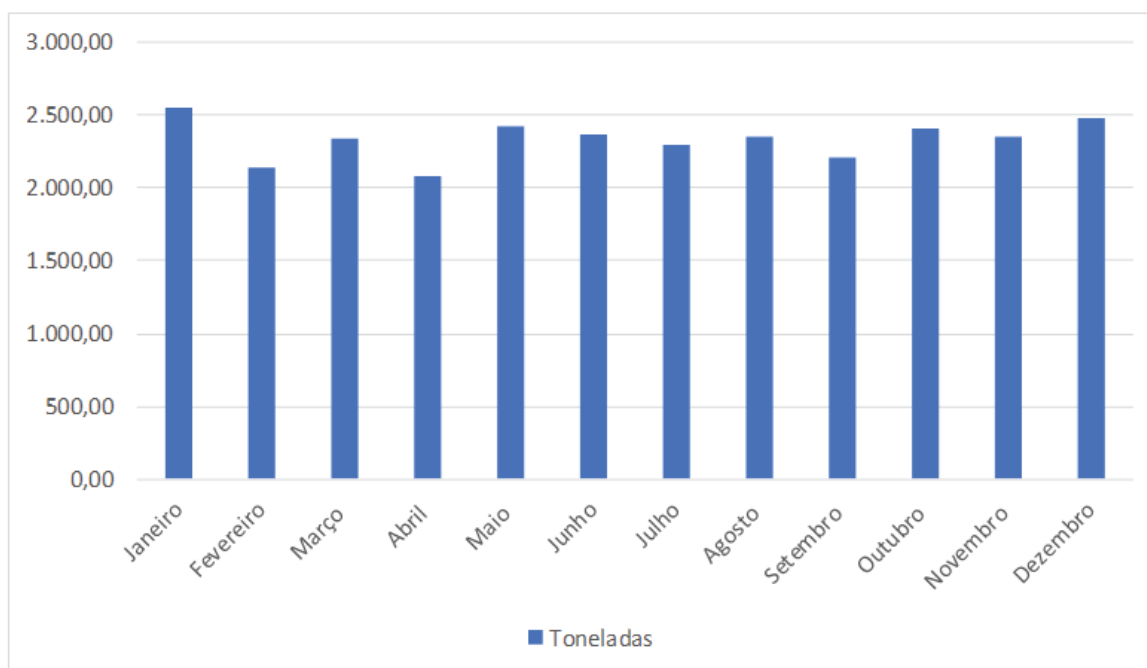
d) Drenagem de águas pluviais - a drenagem de águas pluviais tem por

objetivo conduzir as águas precipitadas e escoadas superficialmente para fora do corpo do aterro, diminuindo a infiltração e a vazão de lixiviado.

e) Sistema de tratamento do lixiviado - todo o lixiviado gerado no Aterro Sanitário de Curitiba é drenado, conduzido à sistema de tratamento composto por uma sequência de lagoas de nitrificação e desnitrificação, tratamento físico químico, membrana de ultrafiltração e descarte do efluente tratado no Rio Iguaçu.

f) O serviço de destinação final é remunerado mensalmente pela quantidade total de resíduos encaminhados a estas plantas de tratamento no período de um mês. Em Araucária mensalmente aproximadamente R\$ 600.000,00 reais são destinados à coleta e transporte e cerca de R\$ 200.000,00 para a destinação dos resíduos sólidos. A quantidade de resíduos encaminhada para o Aterro Sanitário da Estre, encontra-se descrita no GRÁFICO 8.

GRÁFICO 8 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS DESTINADOS PARA A CGR – IGUAÇU EM TONELADAS



Dados: SMMA (2018)

4.2.7.2 Tratamento biológico

Em Stuttgart o rejeito orgânico oriundo de sobras de cozinha, coletado nas lixeiras marrons, pode ser destinado à recuperação energética pela produção de biogás por meio do processo de fermentação ou para unidades de compostagem.

Em Stuttgart, tem-se duas estações de compostagem e está em construção uma unidade de fermentação de resíduos orgânicos próximo a *Zuffenhausen*. Contudo atualmente o resíduo orgânico está sendo encaminhado para diversos locais, não apenas na cidade de Stuttgart.

Um deles é o no distrito de *Esslingen*, na *Kirchheim u. T. GmbH*. Na usina de compostagem de *Kirchheim*, os resíduos orgânicos são convertidos em composto de qualidade *Kirchheimer*, um fertilizante orgânico de alta qualidade para diversas aplicações formado por aproximadamente 90% de resíduos orgânicos e aproximadamente 10% de resíduos vegetais do jardim e da paisagem.

A *Kirchheim* atua com até 60.000 t/por ano e capacidade 33t/h de resíduos sólidos, produzindo anualmente 25.000 toneladas de material composto em diferentes qualidades.

Ao chegarem na unidade os resíduos são encaminhados por esteira até uma peneira rotativa (*Mischtrommel*) mostrada na FIGURA 26, que separa a fração fina (< 80mm) e grossa (> 60mm) do resíduo. Ao serem dispostas novamente em esteiras, forças de atração magnéticas semelhante a ímãs captam os metais contidos no resíduo.

FIGURA 25 – DETALHAMENTO DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO MECÂNICA



Após a separação mecânica, a fração grossa do resíduo orgânico é liberado de impurezas manualmente em cabines com circulação de ar controlado de modo a diminuir o incômodo da emissão de odores dos resíduos. A fração grossa então é triturada e encaminhada novamente para a peneira rotativa.

A parte que vai para a compostagem é apenas o material fino separado na peneira rotativa. O resíduo já purificado é depositado em um local onde uma pá rotativa revolve o composto. Por várias semanas o material é revolvido e regado. A

temperatura no interior do processo de decomposição atinge os 70°C. O ar de exaustão é resfriado constantemente, lavados e passados em biofiltros.

Após o processo de compostagem o composto passa por um tambor de tela para separação em diferentes tamanhos de grãos. O separador de material duro remove pedras, lascas de vidro e outros objetos estranhos, outros materiais semelhantes a plásticos filmes são removidos por um tipo de classificador por ar.

Em 2019 a usina de compostagem de *Kirchheim* perderá os resíduos biológicos fornecidos anteriormente a partir de Stuttgart, pois a capital da província está planejando construir sua própria fábrica de fermentação de resíduos biológicos em *Zuffenhausen*.

4.2.7.3 Recuperação térmica e elétrica

Em Stuttgart os resíduos sólidos da lixeira cinza e os resíduos de grandes proporções são destinados à empresa *EnBW Energie Baden-Württemberg AG* que atua no ramo de produtos e serviços de eletricidade, gás, água e energia.

A EnBW tem por objetivo principal, o fornecimento de energia ao mercado interno de forma descentralizada e autônoma e tem como acionistas o estado de *Baden-Wurttemberg* e a *Oberschwäbischen Elektrizitätswerken*, uma associação municipal de autoridades regionais e locais.

Os resíduos destinados à incineração são os que compõe a lixeira cinza, tais como papel higiênico, bitucas de cigarro, absorventes, e os que são considerados objetos de grande porte, tais como móveis e alguns tecidos.

Os resíduos são coletados nas residências e transportados por caminhões até a EnBW, onde são pesados e descarregados em uma moega do Bunker de resíduos conforme da FIGURA 26.

FIGURA 26 – ALIMENTAÇÃO DO BUNKER DE RESÍDUOS

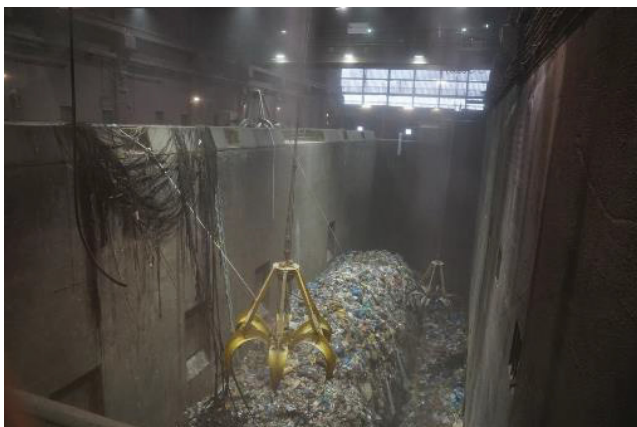


Fonte: O autor

No bunker uma garra de 8 toneladas, mecanizada e comandada por um operador é a responsável por realizar a mistura do material. A mistura é necessária para equalizar os diversos tipos de resíduos recebidos e equilibrar o poder calorífico destes. A temperatura interna varia de 30 a 60 °C e o oxigênio é monitorado através de exaustores.

As garras além de misturar os resíduos são responsáveis por alimentar o triturador localizado na parte superior direita do Bunker (FIGURA 27). O modelo do triturador é robusto e capaz de triturar até mesmo pedaços de metais, tais como ferro e alumínio.

FIGURA 27 – BUNKER DE RESÍDUOS



Fonte: o autor

Os resíduos são então encaminhados por esteiras às grelhas do incinerador. Para realizar a ignição do aquecimento no interior do incinerador é utilizado gás natural. Então, ocorre a inserção do resíduo com o objetivo de manter a temperatura entre 900°C a 1500°C. Cada um dos incineradores é capaz de queimar 20 toneladas de resíduos por hora e produzir aproximadamente 60 toneladas de vapor por hora.

Dentro do incinerador existem serpentinas de aço cromado, por onde a água é aquecida a 500 ° C pelo vapor originado na queima. As tubulações passam por manutenção a cada 7.000 horas e são monitoradas por teste de pressão pelos órgãos de fiscalização.

Em casos de sobra de energia térmica a EnBW também produz energia elétrica através de três turbinas, duas com capacidade de 45 MW e uma de 19MW. No verão a necessidade de energia térmica é inferior que no inverno, sendo,

portanto, necessário apenas 50 ton/h de vapor e o restante direcionado para produção de energia elétrica. No inverno entretanto, a calefação das casas aumenta a demanda, sendo necessário 700ton/h de vapor.

Uma das desvantagens da incineração é a geração de gases potencialmente poluidores que necessitam de tratamento antes de serem lançados na atmosfera. No caso da EnBW, a primeira etapa é composta por um eletrofiltro que remove o pó gerado na incineração. São 40 chapas em paralelo, perfazendo uma altura de 25 metros, com eletrodos que trabalham entre 40 a 60.000 volts. O pó, ao entrar no eletrofiltro, recebe uma descarga elétrica e torna-se eletrizado, grudando nas chapas. Ferramentas semelhantes a martelos, batem nas chapas, desgrudando o pó que é armazenado em uma caçamba. O resíduo é caracterizado como “especial” e encaminhado para coprocessamento ou para minas de sal.

Na sequência, tem-se filtro de carvão ativado, que além do pó restante remove também dioxinas e furanos. Os gases são então encaminhados a um processo de lavagem com NaOH, seguido de catalização, por fim o lançamento atmosférico por chaminés (FIGURA 28).

FIGURA 28 – CHAMINÉS DE LANÇAMENTOS ATMOSFÉRICOS



FONTE: O AUTOR (2017)

Todo o processo de incineração, desde a chegada dos materiais até o tratamento dos gases são monitorados por 13 funcionários localizados na sala de controle, onde telas reproduzem dados e imagens internas do processo. São controlados todos os equipamentos do processo, tais como as caldeiras, turbinas,

lavagem dos gases, grelhas e a própria chama do incinerador.

As cinzas do processo de incineração exibidas na FIGURA 29 são encaminhadas para minas de sal, aterros ou utilizados para a pavimentação de ruas. Os metais que resistiram ao processo de incineração são separados e encaminhados para a comercialização.

FIGURA 29 – MATERIAL NA SAÍDA DO INCINERADOR



Fonte: O autor (2017)

4.3 PROPOSTAS DE MELHORAMENTO PARA A CIDADE DE ARAUCÁRIA

4.3.1 Melhoramento da separação de resíduos

A forma de separação dos resíduos precisa ser constantemente melhorada. A divulgação de mídias visuais em sites e redes sociais podem influenciar na correta separação dos resíduos sólidos. A utilização de sites e redes sociais obtém a vantagem de evitar que o panfleto após lido torne-se um resíduo e também pelo fato de ser mais viável economicamente. Contudo, tem a desvantagem de ser uma abordagem mais seletiva já que nem toda população possui acesso à internet e a participação de redes sociais é variável.

A panfletagem também pode ser uma forma de educação ambiental, porque, caso bem planejada, tem o poder de chegar a diversos munícipes independente de sua condição social.

Sugere-se a elaboração de mídia visual e panfleto com informações da importância de se separar o resíduo, como separá-lo, como é a coleta e para onde vai cada tipo de resíduo gerado. Ainda, para aprimorar a educação ambiental, sugere-se incluir informações de como são as cidades modelos na gestão de

resíduos sólidos. A proposta elaborada a partir deste estudo pode ser verificada no Apêndice I.

4.3.2 INCENTIVO À COMPOSTAGEM COMO DESTINAÇÃO ALTERNATIVA

Diariamente nas residências são gerados resíduos orgânicos (restos de alimentos, grãos, tubérculos, galhos e folhas de árvores, entre outros) que são destinados aos aterros sanitários. Ao serem encaminhados para os aterros os resíduos orgânicos perdem seu potencial de aproveitamento.

Mensalmente o Município de Araucária gasta proximadamente de R\$ 600.000,00 com a coleta e transporte e cerca de R\$ 200.000,00 com a destinação dos resíduos sólidos ao aterro da Estre Ambiental. Entretanto existem outras formas de destinação que podem ser mais ambientalmente adequadas e de menor custo operacional.

Na Alemanha os resíduos orgânicos são encaminhados para produção de energia pelo processo de fermentação e composto para a agricultura pela compostagem. A fermentação é uma técnica mais onerosa economicamente e de maior necessidade técnica que a compostagem. A compostagem pode ser realizada nos próprios locais de geração de resíduos, tais como casas, escolas, creches e restaurantes.

Fomentar a compostagem domiciliar diminui o aporte de resíduos encaminhados ao aterro e conseqüentemente os custos de destinação. Além disso produz um composto rico em nutrientes que pode ser utilizado como fertilizante para jardins, hortas e na agricultura.

A cidade de Garibaldi no estado do Rio Grande do Sul elaborou um manual prático para a compostagem em pequena escala que foi distribuído para a população, onde continham informações sobre o processo de compostagem, os fatores de influência, as etapas de produção, os possíveis problemas e a legislação que aborda sobre o assunto.

Diversas cidades paranaenses, tais como Tibagi, Marialva, Bituruna e General Carneiro possuem estações de compostagem para os resíduos orgânicos municipais. Sugere-se, portanto, que a Prefeitura de Araucária estude viabilidade de adoção das técnicas de compostagem, inicialmente para resíduos de jardinagem e posteriormente para os resíduos orgânicos alimentares. Sugere-se ainda que seja

criado um programa de Educação Ambiental voltado ao fomento de compostagem doméstica.

4.3.3 Alimentação do site institucional com informações sobre a gestão dos resíduos sólidos

No subcapítulo destinado à comparação dos órgãos gestores dos resíduos sólidos, foi verificado que Araucária carece de disponibilidade de informação no seu site institucional.

Considerando-se que a internet pode ser um grande aliado na educação ambiental e disseminação de informações de um órgão público com a população, propõe-se a criação de *links* de acesso a questões de Resíduos Sólidos para que a população, estudantes e gestores possam ser atualizados periodicamente sobre as diversas questões correlacionadas ao gerenciamento de resíduos.

Propõe-se que sejam disponibilizadas as seguintes informações:

- Importância do gerenciamento adequado de resíduos sólidos;
- Formas de prevenção de geração dos resíduos
- Dicas de como realizar a reparação dos resíduos;
- Rotas e horários de coleta;
- Plano Municipal de Saneamento;
- Relatório mensal sobre a destinação dos resíduos sólidos;
- Resumo dos custos envolvidos no processo de gerenciamento;
- Programas municipais de educação ambiental;
- Listagem de legislações municipais de interesse;
- Eventos, tais como Audiências Públicas e Seminários Municipais;
- Formas de denunciar descartes irregulares;
- E-mail e telefone para contato;
- Avisos municipais.

4.3.4 Criação de plataforma online de doação de produtos

O incentivo a doação, semelhante a plataforma *Verschenmarkt Stuttgart* utilizada em Stuttgart, pode ser uma ferramenta para a prevenção da geração de

resíduos na cidade de Araucária, onde não apenas o meio ambiente pode ser beneficiado, mas também a esfera social e econômica da população.

Sugere-se, portanto, a criação de uma plataforma online, com base na *Verschenkmarkt Stuttgart*, objetivando a doação de móveis, eletrodomésticos, roupas, acessórios e brinquedos que estejam em boa qualidade e que possa vir a satisfazer a necessidade de outro cidadão. Essa plataforma poderia ser produzida pelo serviço de informática da Prefeitura Municipal, ser gerenciada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria de Assistência Social.

4.3.5 Alteração da Lei Municipal 2159/2010

O modo de separação dos resíduos sólidos influencia diretamente na forma de coleta, cobrança e destinação dos resíduos. A comparação da forma de coleta dos resíduos entre a cidade de Stuttgart e Araucária podem ser verificados no QUADRO 14.

QUADRO 5 – COMPARAÇÃO DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Informações	Araucária (Brasil)	Stuttgart (Alemanha)
Forma de separação para coleta domiciliar	Orgânico e Rejeito Reciclável Móveis e eletroeletrônicos	Orgânico Rejeito (Residual) Papel e Papelão Embalagem
Pontos de coleta	Baterias Óleo de cozinha Pilhas Lâmpadas	Vidro Papel e Papelão Embalagem Plástico Resíduos grandes (móveis) Eletroeletrônicos Resíduos diversos (CDs, tecidos, lâmpadas) Pilhas, Baterias e Lâmpadas
Frequência de Coleta	De 1 a 5 vezes por semana	1 a 4 vezes por mês

Comparando-se as duas cidades é notável que Stuttgart separa seus resíduos de forma mais criteriosa que Araucária. Essa separação facilita a destinação adequada dos resíduos e diminui esforços para uma separação pós

coleta.

A separação do vidro por cores também figura como um dos grandes destaques da cidade alemã, porque o vidro é um dos poucos resíduos que pode ser reciclado sem perder a qualidade do material. Em Araucária o vidro pode ser encaminhado junto aos demais materiais recicláveis o que pode culminar na contaminação e desvalorização do material.

Os pontos de coleta em Araucária resumem-se nos PEVs instalados em dez principais pontos de movimentação da cidade. Em Stuttgart todos os tipos de resíduos domiciliares podem ser entregues nas cinco centrais de separação de resíduos. Entretanto diversas farmácias e mercados também realizam a coleta de resíduos especiais tais como pilhas e baterias.

O Art. 187 da Lei Municipal nº 2159/2010 de Araucária solicita que o resíduo de origem domiciliar deve ser acondicionado em recipiente separado para resíduos orgânicos e recicláveis para o serviço de coleta pública. A separação genérica e simplista exigida pela lei abre brecha para erros, uma vez que resíduos, tais como papel higiênico e produtos perigosos (pilhas e baterias), não se enquadrariam corretamente nem na classificação orgânica e nem na de recicláveis. A recolha de apenas duas classificações de resíduos pode vir a desmotivar a separação das demais frações dos resíduos sólidos no local de geração, uma vez que o resíduo seria novamente misturado na etapa de coleta.

Propõe-se, então, a alteração do Art. 187 da Lei Municipal nº 2159/2010 com a inclusão de:

- informações referentes a separação de resíduos com base na Norma Técnica Brasileira NBR 10004, Recicláveis (Casse IIB), Orgânicos (Classe IIA) e Resíduos Perigosos (Classe I), e,
- necessidade de acondicionamento separado para vidros.

Portanto, onde-se lê:

“§4 O lixo de origem domiciliar, comercial e Industrial deve ser acondicionados em recipiente separado para resíduos orgânicos e recicláveis para o serviço de coleta pública. Art. 187, Lei Municipal 2159/2010 (ARAUCÁRIA, 2010)”

Propõe-se a seguinte redação: “§ 4º Os resíduos sólidos deverão ser separados de acordo com a sua composição e constituição e dispostos para coleta pública em recipientes separados para resíduos orgânicos, recicláveis e perigosos.”

Onde, de lê:

§ 2º Os resíduos constituídos por materiais perfurocortantes deverão ser acondicionados de maneira a não pôr em risco a segurança dos coletores.

Propõe-se a seguinte redação: “§ 2º Os vidros e os demais resíduos perfurocortantes deverão ser acondicionados de maneira a facilitar a destinação adequada e garantir a segurança dos coletores”.

4.3.6 Criação de Comissão Técnica de Resíduos Sólidos

É essencial para a promoção da gestão de resíduos sólidos ambientalmente adequada a existência e definição de canais institucionais e de mecanismos operacionais voltados à Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (GIRS), os quais permitam organizar a ação do poder público de forma coerente e integrada.

Com base na afirmação acima e no baixo efetivo de funcionários do DLP da SMMA, foi proposto a criação de uma Comissão Técnica de Resíduos Sólidos ou Saneamento, vinculado ao Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) com o objetivo de analisar, compatibilizar e deliberar sobre planos, projetos e atividades relacionados a Política Municipal de Resíduos Sólidos.

A Comissão de Saneamento foi criada no início do ano de 2018, estando em avaliação a publicação da Resolução proposta no APÊNDICE II desta dissertação, criando a Comissão Técnica de Resíduos Sólidos.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo confirma a hipótese inicial de que existem diferenças contrastantes na gestão dos resíduos sólidos no Brasil e na Alemanha. No Brasil os esforços atualmente estão voltados para a extinção dos descartes de resíduos a céu aberto e da substituição destes por aterros sanitários. Já a Alemanha investe para a recuperação energética e a redução do aporte de resíduos para aterro.

No que se refere às legislações, pode-se afirmar que o instrumentário jurídico do Direito Ambiental brasileiro, apresenta uma base sólida capaz de garantir a proteção ambiental. Contudo a inaplicabilidade dessas disposições legais evidencia a existência de uma lacuna entre o modelo de gestão exigido e a realidade do país. Tal afirmação pode ser verificada na permanência do funcionamento de lixões contrariando o disposto na legislação. Neste viés, o estudo das leis alemãs apresenta um novo horizonte para o modelo de gestão de resíduos sólidos brasileiro principalmente no quesito embalagens e produtos eletroeletrônicos.

No que diz respeito a gestão dos resíduos, a comparação entre os dois países sugere que a Alemanha tem alcançado constante melhoria na solução do problema dos seus resíduos, contribuindo para o desenvolvimento social e ambiental. A implantação de sistema de gerenciamento adotado na Alemanha em cidades brasileiras requer infraestrutura com tecnologia avançada e desenvolvimento constante de pesquisas, o que demanda um investimento intensivo de capital, o qual o município de Araucária não disponibiliza atualmente.

Deste modo, cientes da dificuldade de investimentos, a presente análise comparativa entre as cidades de Stuttgart e Araucária chegou em diretrizes simples e de investimentos econômicos viáveis. Sendo elas:

- a) A Educação Ambiental é fundamental para a gestão dos resíduos sólidos visto que a população é o ponto de partida de geração. Se faz necessário investir em projetos, programas e ações de sensibilização da população quanto á importância da separação de resíduos na definição da destinação final.
- b) O resíduo orgânico ao ser encaminhado para aterro perde seu potencial de aproveitamento. O fomento da compostagem domiciliar pelos órgãos gestores da cidade de Araucária diminui o aporte de resíduos encaminhados ao aterro e conseqüentemente os custos de destinação. Além disso o

composto rico em nutrientes pode ser utilizado como fertilizante para jardins, hortas e no horto municipal.

- c) É necessário a criação de *links* de acesso para disponibilizar informações sobre a gestão dos resíduos sólidos de Araucária para que a população, estudantes e gestores possam ser atualizados periodicamente sobre as diversas questões correlacionadas ao gerenciamento de resíduos.
- d) Plataforma semelhante à *Verschenmarkt Stuttgart* pode ser criada para que móveis, eletrodomésticos, roupas, brinquedos e outros materiais em boa condição possam ser doados. O incentivo a doação pode ser uma ferramenta para a prevenção da geração de resíduos na cidade de Araucária, onde não apenas o meio ambiente pode ser beneficiado, mas também a esfera social e econômica da população.
- e) É fundamental uma reavaliação aprofundada da legislação municipal, uma vez que a qualidade da gestão dos resíduos são frutos de um marco regulatório bem alinhado com a realidade municipal. A revisão da legislação encontra-se no momento em processo de avaliação pela Câmara Municipal de Vereadores.
- f) A quantidade baixa de recursos humanos do Departamento de Limpeza Pública da Secretaria Municipal de Meio Ambiente pode dificultar a gestão adequada dos resíduos desde seu processo de não geração, geração, separação, coleta e destinação final. Foi, portanto, criado uma Comissão Técnica de Saneamento, vinculado ao Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA).

REFERÊNCIAS

ADAS, M. **Geografia: os impasses da globalização e o mundo desenvolvido**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2002.

AIZEN, M.; PECHMAN, R. M. **Memória da Limpeza Urbana no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Coopin, Comlurb, 1985.

ALBA Group. Disponível em: <<https://www.alba.info/en/raw-materials.html>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

ALEMANHA. **Abfallbeseitigungsgesetz – AbfG**, 7 de junho de 1972. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1972.

ALEMANHA. **Lei Fundamental da República Federal da Alemanha**, de 23 de maio de 1949. Deutscher Bundestag. Conselho Parlamentar. Alemanha. 1949.

ALEMANHA. **Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG**, 24 de fevereiro de 2012. Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz. Disponível em: <<https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/KrWG.pdf>> Acessado em: 19 Out. 2017

ALMEIDA, I. S. de; COSTA, I. M. D.; RIBEIRO, M. M. de O.; HEINRICH, M.; MOREIRA Q.; ARAUJO, P. J. P.; LEITE, M. S. **Reciclagem de garrafas pet para fabricação de telhas**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe, v. 1, n.17, p. 83-90, out. 2013.

ALVES, A. K. **Proposta de manual técnico de medidas preventivas e corretivas para aterros sanitários encerrados**. Dissertação de mestrado da Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia, set. 2010.

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ STUTTGART. **Klimakalender Stuttgart**. Acesso realizado em 17/02/2018. Disponível em: http://www.stadtklima-stuttgart.de/index.php?klima_klimainstuttgart

AQUINO, A. F. S. **Avaliação térmica em telhas com material reciclado para serem utilizadas em construções rurais**. Alegrete/RS: UNIPAMPA (Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Agrícola). 2017

ARAGÃO, M. A. S. **O direito dos resíduos**. Cadernos CEDOUA. Coimbra, ALMEDINA, 2003

ARAUCÁRIA, **Decreto N° 26.631**. Regulamenta os Art. 187 a 192 da Lei n° 2.159 de 19 de janeiro de 2010, dispondo sobre a coleta, o transporte, o tratamento, a disposição final, as infrações e sanções administrativas referentes aos resíduos sólidos no município de Araucária, e dá outras providências. Cidade de Araucária, Araucária, 16 out. 2013.

ARAUCÁRIA, **Lei n° 1.547**. Dispõe sobre a reestruturação da organização básica da Prefeitura do Município de Araucária, revoga a Lei 1.101/97, os artigos 10 e 20 da Lei 1.207/01, os artigos 10, 20, parágrafo único do artigo 30 e tabela c do anexo I, da Lei 1.304/02, e dá outras providências. Cidade de Araucária, Araucária, 14 Jan. 2015.

ARAUCÁRIA, **Lei nº 2159**. Dispões sobre o Código de Obras e Posturas do Município de Araucária e dá outras providências. Cidade de Araucária, Araucária, 19 Jan. 2010.

ARAÚJO, A. C. B. **Políticas Públicas: Lixo e Cidadania para um desenvolvimento sustentável**. Recife, 2008.

ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. **A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas**. Revista gestão e sustentabilidade ambiental, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 626 - 668, out. 2015/mar. 2016.

ARAUJO, M. G. **Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11175**: Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12980**: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA (ABLP). **Quatro anos depois da PNRS, Brasil ainda tem lixões**. Editorial, Revista Limpeza Pública. Nº 88. São Paulo, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA (ABLP). **Coleta e transporte**. Editorial, Revista Limpeza Pública. Nº 90. São Paulo, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil, 2015**. Acessado em: 28 fev. 2018 Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/arquivos/pub_estudofinal_2015.pdf

AWS Abfallwirtschaft Stuttgart. **Jahreskalender**. Disponível em: <https://service.stuttgart.de/lhs-services/aws/>. Acesso em: 05 abr. 2018.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Estimativa de investimentos em aterros sanitários para atendimento de metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos entre 2015 e 2019.** BNDES Setorial 40, p. 43-92. Rio de Janeiro. 2014

BEVÖLKERUNG UND ERWERBSTÄTIGKEIT. **Statistische Berichte Baden-Württemberg.** Artikel-Nr. 3126 15001, 2016. Acesso realizado em 06 dez. 2017. Disponível em: https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/BWHeft_derivate_0008407/3126_15001.pdf

BERLIN, SENATE DEPARTMENT FOR URBAN DEVELOPMENT AND THE ENVIRONMENT. **Municipal waste management in Berlin.** 2013.

BESSEN, G. R. **Coleta seletiva com a inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade.** Tese de doutorado. Pós Graduação em Saúde Pública. São Paulo, 2011.

BRANDÃO, V.; AZEVEDO, J. H. **Sustentabilidade – Crescimento econômico com responsabilidade social.** RBA, Março/Abril 2012. Pg.36.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição: República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL, Fundação Nacional da Saúde. **Manual de Saneamento.** 3 ed. Brasília 2004

BRASIL, **Decreto nº 6.514.** Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 22 de Julio de 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm> Acesso em: 23 Fev. 2018

BRASIL, **Lei Federal nº 8.666.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 21 de junho de 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l8666cons.htm> Acesso em: 23 Fev. 2018

BRASIL, **Lei Federal nº 9.605** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L9605.htm> Acesso em: 23 Fev. 2018

BRASIL, **Lei Federal nº 11.445.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 5 Jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 23 fev. 2018

BRASIL, **Lei Federal nº 12.305**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 23 fev. 2018.

BRASIL. (2016). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2014**. Brasília: Ministério das Cidades.

BRINGHENTI, J. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**. Tese de doutorado Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. 2004

CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. 4 ed. São Paulo: Humanitas Editora / FFLCHL/USP, 2003.

CAMPBELL, S. **Manual da compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico**. São Paulo: Nobel, 1999

ALCOBAÇA. **Manual de compostagem doméstica**. Câmara Municipal de Alcobaça, 2010. Acessado em: 01 abr. 2018. Disponível em: https://www2.dti.ufv.br/noticia/files/anexos/phpxh7fpL_4827.pdf

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA) - ESALQ-USP. **Estudo do potencial de geração de energia renovável proveniente dos “aterros sanitários” nas regiões metropolitanas e grandes cidades do Brasil**. Piracicaba, 2004.

COMITÊ GESTOR NACIONAL DE PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEL. **Plano de ação para produção e consumo sustentáveis**. Versão para consulta pública. Set. 2010 Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/243/_arquivos/plano_de_ao_para_pcs____documento_para_consulta_243.pdf Acesso em: 13 Abr. 2018

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Radiografando a Coleta Seletiva**. Ciclosoft, 2016. Acessado em 15 mar. 2018 Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 275**, de 25 de Abril de 2001. Estabele o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>> Acesso em: 15 de Fev. 2018

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº316**, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>> Acesso em: 15 de Fev. 2018

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº330**, de 25 de abril de 2003. Institui a Câmara técnica de Saúde, Saneamento Ambiental e Gestão de Resíduos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=352>> Acesso em: 15 Fev. 2018

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº404**, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>> Acesso em: 15 Fev. 2018

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº481**, de 03 de Outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=728>> Acesso em: 15 Fev. 2018

COSTA, B. S.; RIBEIRO, J. C. J. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2013. p. 53

CUNHA, P. A. M. **Enquadramento jurídico dos resíduos sólidos urbanos**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, nov. de 2000. p 41

DAL BÓ, M.; SILVA, L.; OLIVEIRA, V. **Fabricação de vetrosas com a utilização de resíduos de vidro plano e vidro de bulbo de lâmpadas**. Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 28-33, 2009.

DESTATIS, Statistisches Bundesamt. **Abfallbilanz** (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen). 2015

DONATO, L. A., BARBOSA, M. F. N. BARBOSA, E. M. **Reciclagem: o caminho para o desenvolvimento sustentável**. Revista A Polêmica. V. 15, n. 2. 2015

DORNFELD, D. A.; YUAN, C; DIAZ, N; ZHANG, T.; VIJAYARAGHAVAN, A. **Introduction to green manufacturing. Green manufacturing: fundamentals and applications**. Berkeley: Springer Science. New York, 2013.

EIGENHEER, E. M. Lixo: **A limpeza urbana através dos tempos**. Editora Campus, 2009. Disponível em: <<http://www.lixoeeducacao.uerj.br/imagens/pdf/ahistoriadolixo.pdf>> Acesso em: 20 Jan. 2018

EKSTRAND, S. WÄNN, A. **Waste Incineration Plant in Wuhan, China - A Feasibility Study**. Uppsala Univesitet. 2008

EM DISCUSSÃO, Revista. Os principais debates do Senado Federal. **Resíduos Sólidos: Lixões persistem**. N° 22, Set. 2014. p. 53 Acessado em 19 fev. 2018. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/@@images/arquivo_pdf/

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande**, MS. NOTA TÉCNICA DEN 06/08. Rio de Janeiro, 2008.

FALLMANN, J. EMEIS, S. SUPPAN, P. **Mitigation of urban heat stress – a modelling case study for the area of Stuttgart**. Journal of the Geographical Society of Berlin. Vol. 144. 2013.

FIGUEIREDO, N. J. V. **Utilização do biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica e iluminação a gás – estudo de caso**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. 2007

FIORIM, T. T.; ROSS M. D. **Climatologia agrícola– Santa Maria** : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico ; Rede e-Tec Brasil, 2015.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM) **Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos**: guia de orientação para governos municipais de Minas Gerais / Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: FEAM, 2012

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte, 36 p., 2010.

GALDINO, D. M. dos R.; MONTEIRO, M. do S. L. **Reciclagem de pneus**. Revista Eletrônica Informe Econômico. Ano 1, n. 1, ago. 2013.

GALIZA, J. J. M. de; CAMPOS, A. F. **Regulação de resíduos sólidos urbanos para geração de energia a partir do biogás**: estudo de viabilidades em regiões da Grande Vitória/ES. Rev. Augustus, Rio de Janeiro, v. 20, n. 40, p. 56-69, jul./dez. 2015.

GARCIA, M. B. S. et al. **Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada**. Semioses, Rio de Janeiro. v. 9 , n. 2 , p. 77-91. Jul./dez. 2015

GRIMBERG; BLAUTH. **Coleta Seletiva – Reciclando Materiais, Reciclando Valores**. Instituto Polis: 1998

GRIPP, W. G. **Aspectos técnicos e ambientais da incineração de resíduos sólidos urbanos: considerações sobre a proposta para São Paulo**. São Carlos: 1998. 208 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

HASSELWANDER, A. Landeshauptstadt Stuttgart Eigenbetrieb AWS Abfallwirtschaft Stuttgart in Verbindung mit der Abteilung Kommunikation. **Wohin mit dem Abfall? Trennanleitung in Deutsch**. November, 2015. Disponível em: <<https://www.stuttgart.de/aws>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

HÖSEL, Gottfriede. **Unser Abfall aller Zeiten**: eine Kulturgeschichte der Städtereinigung 2., erweiterte Auflage, Kommunalschriften-Verlag J. Jehle, München GmbH. 1990

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Gestão integrada de resíduos sólidos: manual do gerenciamento dos resíduos sólidos**. Coordenação Técnica: Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico de 2010**.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (IPARDES), **Produto Interno Bruto** (referência 2010) segundo os municípios do paraná – 2011-2015. Acessado em 20 mar. 2018. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/pib_municipal.pdf

JUNIOR, A. B. C (Coordenador). **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte** - Florianópolis – SC – 2003, Editora Rima Artes e Textos. Acessado em 01 abr. 2018. Disponível em: <http://stoa.usp.br/wagnerk/files/-1/16686/resenha1+trabalho+1+de+SMC+-+professor+Paulo+Almeida.pdf>

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: Maturac o e qualidade do composto. 4  ed. Piracicaba, SP. 173 p. 2004

KOZA, S. **Incinerac o   uma alternativa viável?** Revista Limpeza Pública, Publicac o trimestral da ABLP. São Paulo, 2013.

KOZMIENSKY K. J. T. **Current state of waste management in Germany**. wtert . 2012. Disponível em: <<http://www.wtert.eu/default.asp?Menu=14&ShowDok=30>>. Acesso em: 27/11/2017.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART ABTEILUNG KOMMUNIKATION. **Verpackungen (Gelber Sack)**. Disponível em: <<https://www.stuttgart.de/gelber-sack>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART STADTK MMEREI. **Abfallgeb hrens tze 2017/2018**. Disponível em: <<https://www.stuttgart.de/item/show/17183>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART STADTMESSUNGSAMT. **Stuttgart Maps - Das Online-Kartenportal der Landeshauptstadt Stuttgart**. Escala 1:300.000. Disponível em: <<https://www.stuttgart.de/stadtplan>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART ABFALLWIRTSCHAFT STUTTGART. **Wertstoffh fe**. Disponível em: <<https://www.stuttgart.de/wertstoffhoeft>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

LANZA, V.C.V. **Caderno Técnico de reabilitac o de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: Fundac o Estadual do Meio Ambiente, 2009. 28 p.

LIMA, G. F. C. A. **O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Rio Pomba – MG na visão de atores sociais que participaram do processo**. Tese de doutorado. Programa de Doutorado em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás. 2014

LIMA, L. M. **Lixo: tratamento e biorremediação**. São Paulo: Hemus, 3° ed., 2004.

LIMA, J.; REZENDE, F. A.; COSTA, C. R.; NEWPORT, A. M. **Rede de cooperação no êxito de iniciativas voltadas para a utilização de composto orgânico na produção de hortaliças por pequenos agricultores em Camaçari-Ba**. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 3, n. 3, p.47-52,2008.

LINO, H. F. C. **A indústria da reciclagem e a questão ambiental**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em História. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

LOGAREZZI, A. **Contribuições conceituais para o gerenciamento de resíduos sólidos e ações de educação ambiental**. Resíduos sólidos no portal do Paranapanema. Presidente Prudente. 2004, p 276

MACHADO, I. P.; FERRAZ, J. L.; BIZZO, W. A. **Análise qualitativa da composição dos resíduos domiciliares em cidades brasileiras**. 24° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Minas Gerais. Set. 2007

MANO, E. B.; PACHECO, É. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. **Meio ambiente poluição e reciclagem**. 2.ed. 2010, editora Edgard Blücher Ltda., pag. 114.

MARGALLO, M., TADDEI, M.B.M., HERNÁNDEZ-PELLÓN, A.. **Clean Techn Environ Policy** (2015) 17: 1333. Acessado em 03 abr. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10098-015-0961-6>

MARQUES, R. F. P. V. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais**. Universidade Federal de Lavras. 2011.

MARTINDALE, D. **Theory of the city**. In Iverson, Noel. *Urbanism and Urbanization – Views, aspects and dimensions*. Leiden E.J. Brill, 1984

MARTINS, M. N. R. **Análise e otimização da recolha de resíduos**: Contributos de um SIG para a área de gestão assegurada pela CMPORTO. Dissertação de mestrado. Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território. Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Portugal, 2015.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. Tese de Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2008

MCDOUGALL, F. R.; WHAITE, P.; FRANKE, M.; HINDLE, P. (2004). **Gestión Integral de Residuos Sólidos**: inventario de ciclo de vida. Caracas: Procter & Gamble. 620p.

MENEZES, R. A. A., GERLACH, J. L., e MENEZES, M. A. **Estágio atual da incineração no Brasil**. ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública VII. Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Curitiba, 2000.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) -- Programa de PósGraduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). São Carlos, 207 p., 2002.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente: Gestão ambiental em foco**. 6º edição. Revista dos Tribunais, São Paulo, 2009.

MONDELLI, G.; GIACHETI, H. L.; HAMADA, J. **Assessment of the contamination on the surrounding of a municipal solid waste landfill based on monitoring wells data**. Eng Sanit Ambient | v.21 n.1 | jan/mar 2016 | 169-182

MORAIS, D. C. **Descrição ecoepidemiológica da comunidade do lixão municipal de Imperatriz-Ma**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC). Goiânia, 80 p., 2013

MOURA, A. A.; LIMA, W. S. e ARCHANJO, C. R. **Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos**: estudo de caso - município de Itaúna - MG. SynThesis Revista Digital FAPAM, Pará de Minas, n.3, 4 - 16, abr. 2012

MOURA, N. **Araucária / PR: Planejamento urbano e representações sociais**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

NETO, G. C. de O.; CHAVES, L. E. de C.; VENDRAMETTO, O. **Vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de poliuretano em uma empresa de fabricação de borracha**. Exacta, vol. 8, n. 1, 2010, pp. 65-80 Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil.

NEVES, E.F; CROCOMO, F.C. (2005) **A relação entre a pobreza e o crescimento econômico do Brasil**: uma análise via a propensão marginal a consumir. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/546.pdf>. Acesso em: 08 out. 2018.

NUCASE. **Resíduos sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos**. Guia do profissional e treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2007, 96 p.

OLIVEIRA, M. **Optimização de Circuitos de Recolha de Lixos Domésticos em Zonas Urbanas**; Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Ciências de Engenharia; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2008

PARANÁ. **Lei nº12.493**. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Legislação do Estado do Paraná, Paraná, 22 jan. 1999.

PARANÁ. **Lei Complementar nº 59/91**, de 01 de outubro de 1991. Dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art.2º da Lei 9.491/90, aos municípios com

mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, assim como adota outras providências. Legislação do Estado do Paraná, Paraná, 1991

PERNAMBUCO. **Lei nº14.236**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Legislação do Estado de Pernambuco, Pernambuco, 13 dez. 2010

POLLUTIONISSUES, 2010. **Incineration. Pollution Issues**. Disponível em <<http://www.pollutionissues.com/Ho-Li/Incineration.html>>. Acesso em 10 de Abr. 2018.

QUÍRICO, T. *Peste Negra e escatologia: os efeitos da expectativa da morte sobre a religiosidade do século XI*. Jan-Jun 2012. p. 136

REZENDE, C. S.; HELLER, L. **O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2008, p. 105

RUSCHEINSKY, A. (Org.). **Educação Ambiental: abordagens múltiplas**. Porto Alegre: Artmed, 2002

SADELLER, N. de. *Le droit Communautaire et lês dechets*. Paris: Bruxelles: LGDJ Bruylant, 1995, p. 233

SANTOS, G. G. D. **Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: o caso da incineração e da disposição em aterros**. Dissertação de Mestrado. Programa de Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2011.

SANTOS, J. V. dos. **A gestão dos resíduos sólidos urbanos: um desafio**. Tese apresentada à Faculdade de Direito do Largo de São Francisco da Universidade de São Paulo para obtenção do título Doutor em Direito do Estado. São Paulo, 2009.

SANTOS, L. R. N. **Avaliação da Eficiência da Separação de Plásticos de Resíduos Sólidos Urbanos por Métodos de Dissolução Selectiva**. Dissertação de mestrado em Processamento e Caracterização de Materiais. Universidade do Minho. Escola de Engenharia. 2009

SCHWARZ, T.; HEILWECK-BACKES, I.; STRAUSS, M.; VELLER, M. **Statistik und Informationsmanagement, Jahrbuch 2014/2015**. Landeshauptstadt Stuttgart, Statistisches Amt. Stuttgart. 2016. ISSN 1431-0988. p. 270-272

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SMMA). **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Departamento de Limpeza Pública. Prefeitura de Araucária. 2015

SILVA, C. B.; LIPORONE, F. **Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: Algumas considerações**. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.2, n.6, p.22-35, abr. 2011.

SILVA, F.C.; COSTA, F.O.; ZUTIN, R.; RODRIGUES, L.H.; BERTON, R. S.; SILVA, A.E.A. **Sistema especialista para aplicação do composto de lixo urbano na agricultura**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002

SILVA, M. C. C.; PELÁ, A.; BARRETOS, F. R. M. **Impactos ambientais na destinação inadequada de resíduos sólidos urbanos na cidade de Ipameri-GO:** um estudo de caso. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, e-ISSN 2236 1170 - v. 17n. 17 Dez 2013, p. 3230 - 3239

STEVENS, E. S. **“Green Plastics – Na Introduction to the New Science of Biodegradable Plastics”**, Princeton University Press, 2002

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues**. McGraw-Hill, 1993

TEIXEIRA, L.B; GERMANO, V. L. C.; OLIVEIRA, R. F.; JÚNIOR, J. F. **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural**. Belém: Embrapa, 2004, 8 p. (Circular Técnica,33).

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 1999/31/CE**, de 26 de Abril de 1999. Relativa à deposição de resíduos em aterros. Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Luxemburgo, 1999.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2008/98/CE**, de 19 de Novembro de 2008. Relativa aos resíduos e que revoga certas diretivas. Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Estrasburgo, França. 2008.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2012/19/UE**, de 4 de julho de 2012. Relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Estrasburgo, França. 2012.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 75/442/CEE**, de 15 de Julho de 1975. Relativa aos resíduos. Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Bruxelas, Bélgica. 1975

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 94/62/CE**, de 20 de Dezembro de 1994. Relativa a embalagens e resíduos de embalagens. Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Bruxelas, Bélgica. 1994.

VARELLA, M. D. LEUZINGER, M. D. **O meio ambiente na Constituição de 1988: Sobrevôo por alguns temas vinte anos depois**. Brasília, 2008.

VELLOSO, M. P. **Criatividade e Resíduos Resultantes da Atividade Humana:** da produção do lixo à nomeação do resto. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública – Curso de Doutorado – da Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz – RJ, 2004.

VIEIRA, E. A. Lixo – **Problemática Socioespacial e Gerenciamento Integrado: a experiência de Serra Azul**. Tese de doutorado. São Paulo, 2006. p. 59

WORLD BANK, 2010. **World Development Indicators**. December, 2010. Disponível em http://data.worldbank.org/data-catalog/world-developmentindicators?cid=GPD_WDI>. Acesso em 18 de Fevereiro de 2018.

YOSHIMURA, K. S. O.; YOSHIMURA, H. N.; WIEBECK, H. **Avaliação do ciclo de vida de telha ecológica à base de papel reciclado**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.7, n. 2, p. 82-94, 2012.

APÊNDICE I

O lixo

é responsabilidade de todos!



Por que separar?

Separar o lixo permite que cada tipo de material seja encaminhado para o tratamento e a destinação correta. Alguns materiais tais como plástico, papel e alumínio podem ser reciclados.

O resto de alimento pode ser enviado para compostagem ou até mesmo pra produção de energia.

No entanto, a mistura desses tipos de materiais pode dificultar a destinação correta.

Como separar?

Não misture recicláveis com orgânicos (sobras de alimentos, cascas de frutas e legumes). Coloque os em sacos separados.

Lave as embalagens apenas se necessário. Elas devem ser encaminhadas para a reciclagem limpas, para que não contaminem os demais resíduos. Mas não esqueça que economizar água também é importante.

Separe também os resíduos perigosos tais como pilhas, baterias, óleo de cozinha e lâmpadas.

Para onde vai?

Fique atento aos dias de coleta dos resíduos. Caminhões contratados pela Prefeitura irão passar recolhendo o seu lixo.

O que é reciclável vai pra Associação REICLAR, onde vai ser separado e encaminhado pra reciclagem.

O orgânico e o rejeito (papel, higiênico, fraudas, entre outros) vai pro Aterro Sanitário da Estre em Fazenda Rio Grande.

As pilhas, baterias e lâmpadas podem ir junto com o caminhão do reciclável ou entregue nos pontos de coleta do município.

Você sabia?

Na Alemanha não existem lixões. Praticamente todos os resíduos (99%) são reciclados ou transformados em energia elétrica, energia térmica ou adubo para agricultura. Menos de 1% dos resíduos são desperdiçados em aterros.

Mas os alemães só conseguem transformar o lixo em lucro porque a população se preocupa com o meio ambiente e separa seu resíduo em casa.

Reflita
Reduza
Reutilize
Recicle



Mais informações?
Ligue 3614-7480

APÊNDICE II
CONSELHO MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE

Minuta de Resolução

RESOLUÇÃO xx/20xx, xx DE xxx DE 20xx

O CONSELHO MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE – COMDEMA, no uso de suas atribuições legais, nos termos do Art. 3º da Lei Municipal nº2277/2010, e por maioria absoluta de seus membros,

CONSIDERANDO QUE: A Secretaria Municipal do Meio Ambiente - SMMA é o órgão executivo do Sistema Municipal do Meio Ambiente, conforme art. 6ª da Lei Municipal nº2277/2010,

O Conselho Municipal do Meio Ambiente - COMAM é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Municipal do Meio Ambiente, com competências definidas nos incisos I a XVI do art. 10 da Lei Municipal nº2277/2010;

A necessidade de estabelecer e regulamentar o funcionamento de Comissões Técnicas;

RESOLVE criar, atribuir competências e regulamentar o funcionamento da Comissão Técnica de Resíduos Sólidos no âmbito do COMDEMA.

DAS ATRIBUIÇÕES

Art. 1º - A Comissão Técnica é a instâncias com a atribuição de examinar e relatar ao Plenário as matérias de sua competência, observando os ritos estabelecidos nesta resolução.

DAS COMPETÊNCIAS

Art. 2º - À Comissão Técnica compete:

I – propor normas, padrões e emitir pareceres em processos administrativos e demais matérias relacionadas a Resíduos Sólidos;

II – requerer, à Secretaria Municipal do Meio Ambiente, mediante justificativa, informações que julgar necessárias para as avaliações através de análises, vistorias e diligências.

III – solicitar, à Secretaria Executiva, a participação de especialistas para subsidiar entendimento técnico específico sobre matérias de sua competência;

IV - instituir Grupos de Trabalho sempre que necessário, conforme determina esta Resolução, indicando os respectivos coordenadores, vice coordenadores e demais membros;

V – solicitar, à Secretaria Executiva, com a devida justificativa, designação de reunião conjunta com qualquer outra Comissão.

DA COMISSÃO TÉCNICA

Art. 3º - O CONDEMA será composto, de forma permanente, da Comissão Técnicas de Resíduos Sólidos.

DA COMPOSIÇÃO E REPRESENTAÇÃO

Art. 4º - A Comissão Técnica se constituirá de, no mínimo 5 (cinco) membros, indicados pelas entidades com assento no COMDEMA, estabelecidos através do voto dos membros do Conselho, em plenário, dentre as entidades candidatas.

§ 1º - A indicação, a que se refere o caput deste artigo, deve ser feita através de correspondência oficial à Secretaria Executiva do COMDEMA. O indicado pode ou não ser membro do COMDEMA.

§ 2º - A entidade poderá indicar titular e suplente para a Comissão Técnica;

§ 3º - O mandato do membro de Comissão Técnica deverá ser de 02 (dois) anos, renováveis por igual período.

§ 4º - O membro da Comissão Técnica, que não comparecer a 03 (três) reuniões consecutivas ou a 05 (cinco) intercaladas, no decorrer de 01 (um) ano, sem justificativa por escrito ou registro em ata, será substituído na forma desta Resolução.

§ 5º - A Comissão Técnica poderá convidar, em caráter consultivo, técnico ou especialistas, que não sejam membros ou integrantes do COMDEMA, para participação de reunião específica, de forma a esclarecer e subsidiar o desenvolvimento dos trabalhos, sem direito a voto.

DO FUNCIONAMENTO

Art. 5º - As reuniões ordinárias serão mensais, convocadas com antecedência de 07 (sete) dias úteis. As reuniões extraordinárias serão convocadas com antecedência mínima de 48 (quarenta e oito) horas, por correio eletrônico, e disponibilizadas no endereço eletrônico do COMDEMA.

§ 1º - A Comissão Técnica elegerá, por maioria simples dos membros, em sua primeira sessão, um Presidente para dirigir seus trabalhos, sendo que o seu mandato terá duração igual ao dos membros que as compõem.

§ 2º - O Vice-Presidente será o segundo membro mais votado, compartilhando com o Presidente as suas atribuições e a condução dos trabalhos, sempre que necessário.

Art. 6º - A Comissão Técnica reunir-se-á, ordinariamente, 01 (uma) vez por mês e, extraordinariamente, mediante convocação de seu Presidente, ou por solicitação da maioria simples de seus membros efetivos.

Art. 7º - As reuniões ordinárias poderão ser convocadas durante o desenvolvimento da reunião em curso, com registro em ata, por correspondência eletrônica, ou por escrito, resguardada antecedência mínima de 07 (sete) dias úteis.

Art. 8º - Toda e qualquer reunião da Comissão Técnica deverá ser registrada em ata própria, com a síntese dos trabalhos desenvolvidos, firmada pelos presentes e arquivada na secretaria do COMDEMA.

DA TRAMITAÇÃO

Art. 9º - Os processos em tramitação no COMDEMA devem ser submetidos à avaliação da Comissão Técnica, de acordo com a pertinência temática estabelecida nesta Resolução. § 1º - O prazo máximo para avaliação, referida ao caput deste artigo, deve ser de 45 (quarenta e cinco) dias, devendo retornar ao Plenário do COMDEMA. § 2º - O prazo, referido no parágrafo anterior, poderá ser prorrogado por, no máximo, 15 (quinze) dias, mediante a apresentação ao COMDEMA, de

motivo relevante. § 3º - As deliberações serão tomadas por maioria simples de votos dos presentes. No caso de empate, caberá voto de qualidade do Presidente da Comissão Técnica.

§ 4º - Os relatórios e pareceres da Comissão Técnica têm caráter propositivo, e devem servir para subsidiar decisões do plenário do COMDEMA, podendo expressar posições antagônicas às de seus membros.

DO PEDIDO DE VISTA

Art. 10º - O pedido de vista somente pode ser feito por membro integrante da Comissão Técnica, mediante motivação e indicação precisa do questionamento ou da dúvida existente. Tal requerimento deve ser encaminhado ao Presidente da Comissão Técnica que decidirá pelo deferimento ou não.

§ 1º - O Presidente estabelecerá prazo para vista dos autos, que não excederá 05 (cinco) dias úteis, a contar do conhecimento do deferimento pelo peticionário. § 2º - No caso de mais de um membro requerer vista do processo, esta deve ser considerada de forma conjunta aos membros, não podendo ser ultrapassado o prazo previsto no § 1º deste artigo.

§ 3º - Em casos excepcionais, devidamente justificados, um novo pedido de vista poderá ser apreciado pela Comissão Técnica.

DAS DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

Art. 11º - Os casos omissos nesta Resolução serão resolvidos por maioria absoluta dos membros do COMDEMA.

Art. 12º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Araucária, xx de xx de 20xx.

xxx

Presidente do Conselho Municipal do Meio Ambiente.